



**MARCELO JOSÉ  
DE CARVALHO  
ALVES FERREIRA**

**A CONTRIBUIÇÃO AMBIENTAL DAS ETAR  
NO ESTADO DA ÁGUA NA ALBUFEIRA DA  
AGUIEIRA**



**MARCELO JOSÉ  
DE CARVALHO  
ALVES FERREIRA**

**A CONTRIBUIÇÃO AMBIENTAL DAS ETAR  
NO ESTADO DA ÁGUA NA ALBUFEIRA DA  
AGUIEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro e co-orientação da Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

## **o júri**

presidente	Prof. Doutora Maria Isabel Aparício Paulo Fernandes Capela, Professora Associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.
orientador:	Prof. Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.
co-orientadora:	Prof. Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadaís, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.
arguente principal:	Prof. Doutor Eduardo Anselmo Ferreira da Silva, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Gostaria de apresentar o meu sincero reconhecimento e agradecimento pelo apoio, ajuda e colaboração de algumas pessoas durante a realização deste trabalho. Por isso, nunca poderia deixar de prestar os meus agradecimentos:

Ao Professor Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, orientador científico deste trabalho, pela sua colaboração, transmissão de conhecimentos, estímulo, interesse, compreensão e ajuda constante.

À Professora Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais, pelo apoio e disponibilidade no entendimento dos conceitos de modelação da qualidade da água, ao longo da elaboração da dissertação.

Aos responsáveis da Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. e respectivos colaboradores por toda a ajuda disponibilizada na obtenção de dados.

À minha esposa pela presença constante e por todo o apoio e incentivo.

Aos meus pais e irmãos por todo o apoio e estímulo para a realização do Mestrado.

A todos os meus amigos, pelo apoio demonstrado ao longo do Mestrado, apesar das minhas ausências.

Aos meus colegas trabalho pelo companheirismo e apoio no decurso do Mestrado.

E a todos aqueles que, por lapso não tenha referido e de alguma forma contribuíram para que a realização deste trabalho decorresse da melhor forma o meu agradecimento. O facto de aqui não serem mencionados não significa que tenham sido esquecidos.

## **palavras-chave**

Albufeira da Aguieira, Fontes Poluidoras, Qualidade da Água, Modelação, Gestão e Planeamento, Recursos Hídricos.

## **resumo**

A Albufeira da Aguieira decorre da construção da barragem, em 1981. Localiza-se no rio Mondego e situa-se na respectiva bacia hidrográfica, na Região Centro de Portugal. A Barragem/Albufeira da Aguieira constitui um empreendimento hidráulico de fins múltiplos, cujas principais finalidades incidem no controlo de cheias, na produção de energia eléctrica e no abastecimento de água para rega, indústria e sectores doméstico e público.

Na presente dissertação foi avaliada a relação entre a descarga de efluentes das fontes poluidoras localizadas na envolvente à Albufeira da Aguieira e o seu efeito na qualidade da água, com recurso à aplicação de um modelo de avaliação da qualidade da água na Aguieira. Os resultados obtidos na modelação de cenários permitiram aferir que a qualidade da água na Albufeira se encontra em conformidade com os requisitos legais estabelecidos para os determinados usos da água. Perante uma análise crítica dos resultados foi possível, em simultâneo, efectuar um conjunto de conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

O conhecimento das implicações/efeitos ambientais das descargas das ETAR na qualidade da água da Aguieira, através da modelação, permitirá, futuramente, auxiliar a tomada de decisão no que se refere à implantação e localização de novas infra-estruturas de tratamento de águas residuais e de abastecimento de água, numa determinada zona. Permitirá igualmente auxiliar na avaliação do grau de tratamento requerido para a melhoria da qualidade das águas e para o cumprimento das disposições legais. A modelação poderá também constituir, através da simulação de cenários, uma importante ferramenta na gestão e planeamento dos recursos hídricos da Albufeira da Aguieira.

**keywords**

Aguieira's Impoundment, Pollution sources, Water Quality, Modeling, Management and Planning, Water Resources.

**abstract**

Aguieira's Dam construction occurred in 1981. Aguieira's impoundment is located in the basin of the Mondego River, in the Center of Portugal. Aguieira's Dam/Impoundment is an hydraulic multi-purpose infrastructure, whose primary purposes focus on flood control, on the production of electricity, water supply to irrigation, industry and public uses.

In this work we evaluate the relationship between the disposal of pollution sources and its effect on water quality in Aguieira, by using a model to evaluate water quality. The results obtained in those modeling scenarios concluded water quality in Aguieira is in accordance to the legal requirements for certain water uses. Critical analysis of the results allowed also a set of conclusions and recommendations regarding future works.

By knowing the environmental effects of discharges from wastewater treatment on water quality of Aguieira, by modeling, it will allow a decision-making on the establishment and location of new infrastructure for wastewater treatment and water supply in a given area, and also by assessing the degree of treatment required to improve water according to legal aspects. Through the simulation of scenarios, modeling can also be an important tool in management and planning of water resources in Aguieira.

*Eu ouço... e esqueço,  
eu vejo... e relembro,  
eu faço... e percebo.*

*Traduzido de Chapra, 1997*

## Índice geral

Índice de figuras .....	3
Índice de quadros .....	4
Índice de anexos .....	5
Acrónimos .....	6
Introdução .....	9
Introdução .....	11
1. Estado da água em Portugal Continental e na Região Centro .....	17
1.1 Disponibilidades hídricas em Portugal Continental e na Região Centro .....	18
1.2 Sistemas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais .....	24
1.2.1 Sistemas de abastecimento de água .....	25
1.2.2 Sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais .....	26
1.3 Efeitos ambientais das descargas de águas residuais .....	28
2. Ordenamento jurídico .....	37
2.1 Directiva Quadro da Água .....	37
2.2 Lei da Água .....	45
2.2.1 Ordenamento e planeamento dos recursos hídricos e sua protecção e valorização .....	46
2.2.2 Objectivos ambientais e monitorização das águas .....	48
2.2.3 Utilização dos recursos hídricos .....	50
2.2.3.1 Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro .....	51
2.2.3.2 Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de Outubro .....	53
2.2.3.3 Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio .....	53
2.2.3.4 Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro .....	55
2.2.4 Regime económico e financeiro .....	55
2.2.4.1 Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho .....	56
2.2.5 Informação e participação do público .....	58
2.2.6 Fiscalização e sanções .....	59
3. Albufeira da Aguieira .....	63
3.1 Binómio “Barragem – Albufeira” da Aguieira .....	63
3.2 Plano da Bacia Hidrográfica do Mondego .....	67
3.3 Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas .....	72
3.4 Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira .....	75
4. Estudo de caso “A contribuição ambiental das ETAR no estado da água na Albufeira da Aguieira” .....	81
4.1 Metodologia adoptada .....	81
4.1.1 Definição da área de estudo .....	82
4.1.2 Caracterização da situação de referência .....	84
4.1.2.1 Dados qualitativos da água .....	85
4.1.2.2 Dados quantitativos da água .....	92
4.1.2.3 Dados climatológicos .....	95
4.1.3 Modelação da qualidade da água .....	96



4.1.3.1	Pressupostos da modelação .....	99
4.1.3.2	Metodologia de cálculo para a simulação .....	103
4.1.3.3	Discussão dos resultados obtidos.....	109
4.1.3.4	Conclusões e recomendações/propostas futuras .....	113
5.	Considerações finais.....	123
	Bibliografia e outras fontes de informação.....	131
	Anexos.....	136

## Índice de figuras

Figura 1: Distribuição da precipitação (n.º de dias e total) em Portugal Continental .....	19
Figura 2: Carta de escoamento superficial e produtividade aquífera .....	20
Figura 3: Representação dos principais rios e afluentes e das bacias hidrográficas portuguesas .....	21
Figura 4: Distribuição das principais albufeiras e lagoas em Portugal Continental.....	23
Figura 5: Curva de depleção do oxigénio.....	32
Figura 6: Esquema da estrutura organizacional da DQA .....	40
Figura 7: Pormenor da Barragem da Aguieira .....	64
Figura 8: Pormenor da Albufeira da Aguieira .....	66
Figura 9: Âmbito territorial do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.....	68
Figura 10: UHH e UHP do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.....	71
Figura 11: Distribuição geográfica dos processos licenciados pela ARH Centro, I.P. na área de estudo da Albufeira da Aguieira.....	83
Figura 12: Localização da Barragem e parte da Albufeira da Aguieira .....	85
Figura 13: Distribuição da rede de monitorização da qualidade da água superficial na BHRM.....	88
Figura 14: Classificação observada na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05) entre 1995 e 2007 .....	89
Figura 15: Evolução de alguns dos parâmetros responsáveis pela qualidade da água observados na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05).....	90
Figura 16: Evolução do parâmetro pH em 2007 observados na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05) .	91
Figura 17: Distribuição da rede hidrométrica da BHRM.....	92
Figura 18: Escoamento médio mensal acumulado e observado registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A), no ano hidrológico 2008/09.....	93
Figura 19: Evolução do volume de armazenamento da Albufeira de Aguieira nos anos hidrológicos 2007/08 e 2008/09 .....	94
Figura 20: Precipitação mensal e acumulada registada na estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G), no período de 2008/09 .....	95
Figura 21: Representação esquemática do balanço mássico considerado na simulação da Albufeira da Aguieira .....	103
Figura 22: Representações gráficas dos resultados estimados na Albufeira da Aguieira .....	110

## Índice de quadros

Quadro 1: Escoamento anual médio em Portugal Continental, Espanha, Europa e América do Norte .....	19
Quadro 2: Regiões Hidrográficas e suas respectivas bacias hidrográficas em Portugal Continental.....	21
Quadro 3: Volume total nos sistemas urbanos de abastecimento em Portugal Continental e na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste.....	26
Quadro 4: Volume total nos sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais em Portugal Continental e na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste.....	28
Quadro 5: Características físicas, químicas e biológicas, e respectivas fontes de origem das águas residuais29	
Quadro 6: Síntese da calendarização das obrigações para os Estados-Membros .....	42
Quadro 7: Lista dos actos legislativos revogados com efeitos da data de entrada em vigor da DQA .....	43
Quadro 8: Listagem dos artigos e anexos com referência directa a outras normas comunitárias e tipo de articulação com a DQA.....	44
Quadro 9: Características das barragens/albufeiras da Aguieira, Raiva e Fronhas.....	65
Quadro 10: Características da Albufeira da Aguieira .....	66
Quadro 11: Classificação da Qualidade das Águas.....	86
Quadro 12: Principais características da estação de monitorização da qualidade da água da Albufeira da Aguieira (11H/05).....	88
Quadro 13: Valores paramétricos registados na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05) .....	91
Quadro 14: Principais características da estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A) .....	92
Quadro 15: Valores de volume afluente e valores de caudal afluente/efluente registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A) .....	94
Quadro 16: Principais características da estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G) .....	95
Quadro 17: Principais características da estação climatológica de Oliveira do Hospital (11J/02C).....	96
Quadro 18: Principais parâmetros climatológicos registados na estação meteorológica de Oliveira do Hospital (11J/02C).....	96
Quadro 19: Capitações da carga poluente proveniente de unidades de pecuária por animal.....	105
Quadro 20: Cargas poluentes geradas em função da proveniência (fonte poluidora).....	107
Quadro 21: Valores adoptados na simulação das concentrações na Albufeira da Aguieira.....	108
Quadro 22: Resultados estimados face aos cenários adoptados na simulação das concentrações na Albufeira da Aguieira .....	109
Quadro 23: Normas de qualidade da água de alguns parâmetros para os diversos usos da água estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.....	111

## Índice de anexos

Anexo I: Tipologia de processos de licenciamento (utilizações dos recursos hídricos) na área de estudo...	136
Anexo II: Características estação de monitorização da qualidade da água da Albufeira da Aguieira (11H/05) .....	139
Anexo III: Características da estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A).....	140
Anexo IV: Dados de escoamento registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A), no ano hidrológico de 2008/09 .....	141
Anexo V: Dados de volume armazenado na Bacia Hidrográfica do Mondego e na Albufeira da Aguieira registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A) .....	142
Anexo VI: Parâmetros médios diários registados na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A), no ano hidrológico 2008/09 .....	143
Anexo VII: Características da estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G) .....	144
Anexo VIII: Valores da precipitação registados na estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G), no período de 2008/09.....	144
Anexo IX: Características da estação climatológica de Oliveira do Hospital (11J/02C) .....	145
Anexo X: Estatísticas dos parâmetros climatológicos registados na estação de Oliveira do Hospital (11J/02C), no período de 2008/09.....	145
Anexo XI: Quantificação das cargas geradas por tipologia de processo .....	146
Anexo XII: Folha de cálculo para a aferição da modelação matemática (Chapra, 1997) .....	148
Anexo XIII: Estatísticas dos principais parâmetros de qualidade da água registados nas estações de monitorização na Albufeira da Aguieira .....	149
Anexo XIV: Curvas de volume armazenado para Albufeira da Aguieira.....	151
Anexo XV: Concentrações dos parâmetros de qualidade da água na Albufeira da Aguieira estimados por modelação matemática.....	153

## Acrónimos

ARH - Administrações da Região Hidrográfica

ARH Centro, I.P. - Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P.

BHRM - Bacia Hidrográfica do Rio Mondego

CBO<sub>5</sub> - Carência Bioquímica de Oxigénio

CCDR - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CN - Cabeças Normais

CQO - Carência Química de Oxigénio

DQA - Directiva Quadro da Água

e.p. - equivalente populacional

EM - Estados-Membros

ETA - Estações de Tratamento de Águas

ETAR - Estações de Tratamento de Águas Residuais

FSC - Fossas Sépticas Colectivas

INAG - Instituto da Água

INSAAR - Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais

N - Azoto

NH<sub>4</sub> - Azoto Amoniacal

NMC - Nível de Máxima Cheia

NME - Nível Mínimo de Exploração

NPA - Nível Pleno de Armazenamento

NUT - Nomenclatura de Unidade Territorial

P - Fósforo

PBH - Plano de Bacia Hidrográfica

PBHM - Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego

PEAASAR - Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

PGBH - Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica

PNA - Plano Nacional da Água

POAA - Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira

PROT - Planos Regionais de Ordenamento do Território

PROZAG - PROT da Zona Envolvente das Albufeira da Aguieira

RH - Regiões Hidrográficas

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

SST - Sólidos Suspensos Totais

TRH - Taxa de Recursos Hídricos

UE - União Europeia

UHH - Unidades Hidrológicas Homogéneas

UHP - Unidades Homogéneas de Planeamento

VMA - Valor Máximo Admissível

VMR - Valor Máximo Recomendado

ZPA - Zona de Protecção Alargada

ZPDT - Zonas Preferenciais de Desenvolvimento Turístico

ZPF - Zona de Protecção Florestal

ZPI - Zona de Protecção Imediata

# Introdução

## Introdução

Na presente nota introdutória pretende-se, numa primeira fase, efectuar um breve enquadramento do tema abordado, relacionando-o com as actuais preocupações ambientais da Albufeira da Aguieira. Pretende-se ainda focar os objectivos da presente dissertação, assim como evidenciar a estrutura adoptada ao longo da dissertação.

A Albufeira da Aguieira situa-se na Região Centro de Portugal e abrange os Municípios de Carregal do Sal, Mortágua, Penacova, Santa Comba Dão, Tábua e Tondela. A Albufeira decorre da construção, em 1981, da Barragem da Aguieira e insere-se na bacia hidrográfica do rio Mondego, tendo como principais afluentes o rio Dão e rio Mondego.

O binómio “Barragem – Albufeira” da Aguieira constitui um empreendimento hidráulico de fins múltiplos, cujas principais finalidades incidem no controlo de cheias, produção de energia eléctrica e abastecimento de água à rega, à indústria e sector doméstico e público. Encontram-se ainda associadas a esta massa de água as actividades de lazer e recreio, tais como a pesca desportiva e as provas desportivas náuticas.

Dada a sua importância para os concelhos adjacentes à Albufeira da Aguieira e para a Região Centro, quer a nível sócio-económico, quer a nível ambiental, a Albufeira tem sido alvo de um conjunto de directrizes legais que visam a protecção e melhoria da sua massa de água. Enquanto reserva estratégica, a Albufeira da Aguieira foi classificada como albufeira de águas públicas protegida pelo Decreto Regulamentar n.º 2/88, de 20 de Janeiro. Posteriormente, por forma a conciliar a gestão e o planeamento deste recurso, foram elaborados e publicados normativos legais próprios, designadamente o Plano da Bacia Hidrográfica do Mondego, o Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas e o Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira.

A pertinência do tema abordado prende-se com o facto de a Albufeira da Aguieira constituir uma importante reserva de água superficial para a Região Centro, de extrema relevância não só para o abastecimento de água para consumo humano, como também para fins de abastecimento industrial e agrícola. Torna-se assim importante o adequado conhecimento das características da qualidade da água e das implicações/efeitos ambientais das descargas poluentes na qualidade da água da Albufeira da Aguieira.

O propósito da presente dissertação consiste, assim, em avaliar a relação entre a descarga de efluentes de ETAR urbanas localizadas na envolvente da Albufeira da Aguieira e o seu efeito na qualidade da água, com recurso à aplicação de um modelo de avaliação da qualidade da água na Albufeira da Aguieira.



Os resultados obtidos poderão contribuir para apoiar o processo de licenciamento, designadamente, em termos de avaliação do tratamento mais adequado para os efluentes das fontes poluidoras, avaliação da localização das estações de tratamento de águas residuais e de água para consumo e, ainda, poderá permitir a avaliação das necessidades de tratamento das estações de tratamento de água para compatibilização com a qualidade da água para consumo humano.

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos. No primeiro Capítulo são focados os aspectos directamente relacionados com as disponibilidades hídricas em Portugal Continental e na Região Centro, sendo efectuada uma caracterização ao nível de atendimento em termos de sistemas de abastecimento de água e de águas residuais na Região Centro, evidenciando os efeitos ambientais das descargas de águas residuais no meio hídrico. Pretende-se assim caracterizar a região em estudo, atendendo ao conceito de região hidrográfica, enquanto unidade principal de planeamento e gestão, tal como imposto pela Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, transposta para a ordem jurídica interna pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. De referir que a Albufeira da Aguieira encontra-se inserida na Região Hidrográfica n.º 4 ou Região Hidrográfica do Centro.

O segundo Capítulo evidência as actuais políticas de gestão e planeamento da água face ao âmbito da Directiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE), sendo igualmente focado a sua transposição para o direito nacional, através da Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro) que visa estabelecer as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas superficiais, designadamente as águas interiores, de transição e costeiras, e das águas subterrâneas. Decorrente do actual quadro legal em matéria de recursos hídricos são sumariamente enumerados outros diplomas legais preponderantes para a prossecução dos objectivos definidos na Lei da Água. Pretende-se assim associar os normativos legais vigentes às preocupações ambientais, no que se refere à gestão dos recursos hídricos.

No Capítulo terceiro apresenta-se a relação entre a Barragem e Albufeira da Aguieira, com especial incidência para as características da barragem/albufeira e para a sua extrema importância para os concelhos limítrofes e, também, para a Região Centro. Dada a sua importância procura-se igualmente evidenciar a articulação dos planos de gestão da água com o planeamento e ordenamento da Albufeira da Aguieira, designadamente ao nível do Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica do Mondego e do Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas e do Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira.

O Capítulo quarto apresenta o estudo de caso “A contribuição ambiental das ETAR no estado da água na Albufeira da Aguieira” sendo, numa primeira fase, abordada a metodologia adoptada por forma a atingir os objectivos da presente dissertação. Seguidamente, é efectuada a caracterização da situação de referência da Albufeira da Aguieira e da zona de estudo, atendendo aos dados disponíveis no Plano da Bacia

Hidrográfica do Mondego, no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos e na base processual da ARH Centro, I.P.. Atendendo aos objectivos preconizados para a quantificação da contribuição ambiental das ETAR na Albufeira da Aguieira, com recurso à aplicação de um modelo de avaliação da qualidade da água, são evidenciados os pressupostos da modelação matemática adoptada. Neste Capítulo, para além da apresentação e análise crítica dos resultados é, simultaneamente, efectuado um conjunto de conclusões e recomendações que descrevem as conclusões retiradas face aos objectivos, assim como sugestões para trabalhos futuros.

No último Capítulo, isto é no Capítulo quinto, é apresentado um conjunto de considerações finais relativas ao tema abordado na presente dissertação.

# **Capítulo 1**

## **Estado da água em Portugal Continental e na Região Centro**

## 1. Estado da água em Portugal Continental e na Região Centro

A água é um recurso natural com características muito particulares. Sendo uma componente privilegiada da própria vida e suporte essencial dos ecossistemas, a água apresenta-se como um elemento de extrema importância para o Homem e o meio Ambiente.

A água não é somente um elemento imprescindível à vida. Ela é igualmente, tanto em quantidade como em qualidade, um factor condicionante do desenvolvimento económico e do bem-estar social. Indispensável para a qualidade de vida do Homem, enquanto consumidores e utilizadores, a água é um recurso fundamental ao desenvolvimento das mais diversas actividades humanas. Insubstituível em muitas das suas aplicações, a água constitui um bem essencial que é necessário proteger e preservar numa perspectiva de desenvolvimento económico-social sustentável, que deverá ser sujeito a uma adequada gestão e planeamento.

Com os actuais problemas associados aos recursos hídricos, nomeadamente a poluição e o consumo exagerado, impõem-se a necessidade de criar medidas que visem a gestão, planeamento e conservação deste recurso essencial ao Homem e ao meio Ambiente.

Dentro deste contexto, deve-se em primeiro lugar procurar conservar e gerir melhor a água; em segundo lugar, minimizar os consumos de água através da adopção de tecnologias adequadas e procedimentos racionais na sua utilização; em terceiro lugar, reduzir a carga poluente das águas residuais através de processos e práticas que proporcionam menores quantidades de resíduos e também através da utilização, nos processos de produção, de substâncias menos agressivas ao ambiente; e em último lugar, caso não haja outra alternativa, deve-se proceder ao tratamento das águas residuais, tendo em conta as condicionantes do meio envolvente, de modo a tomar opções correctas no que respeita ao modo de descarga das águas residuais e ao seu tratamento prévio (Braga, 1999).

O aumento da população e o desenvolvimento das actividades industriais e agrícolas têm proporcionado a procura de elevadas quantidades de água para diversos fins, sujeitando os recursos hídricos a uma pressão constante. Segundo a Agência Europeia do Ambiente, a captação excessiva deste recurso constitui um problema em determinadas zonas da Europa, principalmente nos países costeiros e nas ilhas do Mediterrâneo, levando à redução das massas de água subterrânea, à destruição de habitats e à deterioração da qualidade hídrica (AEA, 2003).

## 1.1 Disponibilidades hídricas em Portugal Continental e na Região Centro

A água é o recurso mais abundante na natureza, ocupando mais de dois terços da superfície da Terra. Porém, a Terra apresenta uma distribuição assimétrica da água, dado que 97% encontra-se nos oceanos e mares interiores e os restantes 3% correspondem a água doce. Da totalidade dessa água doce, uma grande parte encontra-se solidificada a temperaturas negativas, quer nas calotes polares quer nos glaciares (79%). Da restante água, 20% encontra-se no subsolo e apenas 1% está acessível à superfície, ou seja 0,03% do seu valor total. No entanto, da água doce dita disponível, refira-se ainda que 52% se encontra em lagos, 38% contida no solo, 8% está na atmosfera sob a forma de vapor, 1% está acumulada na biomassa dos organismos e apenas 1% encontra-se nos rios. Assim, a água disponível para consumo ou para uso é apenas uma pequena fracção da sua totalidade, na realidade pouco menos de 1% da água existente à superfície (Carrapeto, 1998).

O território português, de forma aproximadamente rectangular, abrange uma área de cerca de 89 300 km<sup>2</sup>, tendo como valores máximos de comprimento e de largura de cerca de 560 e 220 km, respectivamente. O clima de Portugal Continental conjuga as influências atlânticas e mediterrânicas. Atendendo às cartas do Atlas do Ambiente<sup>1</sup> conclui-se que, em Portugal Continental, a região onde a precipitação é mais elevada é a do Alto Minho, com valores da precipitação anual média superiores a 2 800 mm. A zona do Marão-Alvão regista valores em ano médio superiores a 1 600 mm e condiciona a precipitação a leste, onde se verificam valores entre 1 200 e 1 400 mm nas terras altas e inferiores a 500 mm nas terras baixas. O volume anual médio da precipitação sobre o território continental é de cerca de 89 000x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (89 milhares de milhões de metros cúbicos). Atendendo a que o volume de 893x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> equivale a 1 mm de altura uniforme de água sobre aquele território, a precipitação anual média expressa em altura de água é de cerca de 1 000 mm (INAG, 2000).

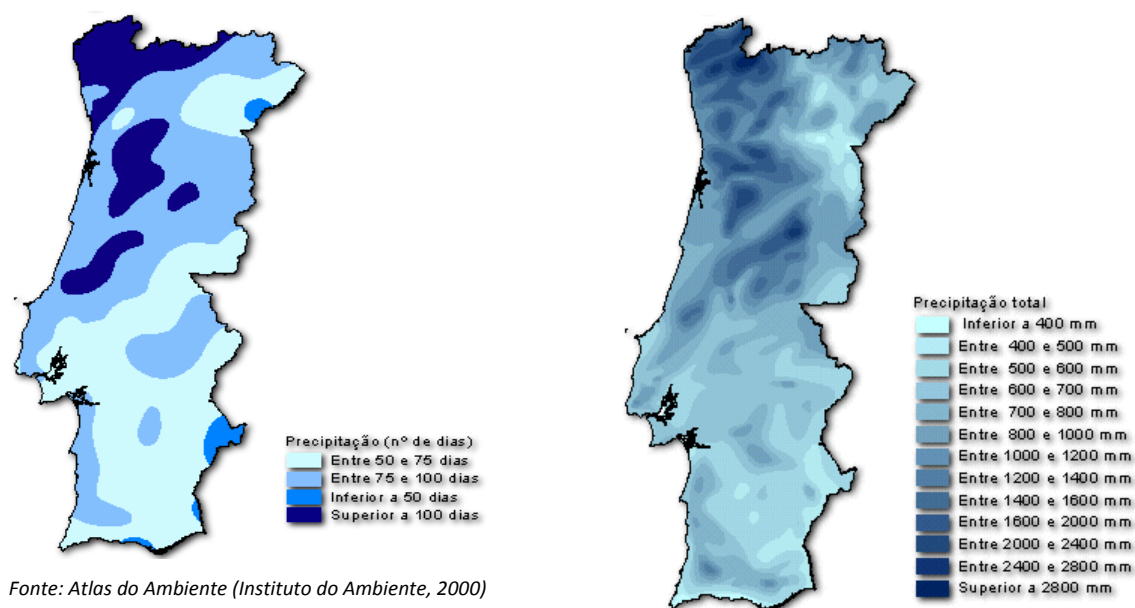
A precipitação é uma das componentes mais importantes do ciclo hidrológico e um factor fundamental na definição das características hidrológicas de Portugal Continental. A variabilidade espacial é uma das particularidades mais marcantes da distribuição do regime de precipitação no Continente (INAG, 2001).

A precipitação em Portugal apresenta não só uma distribuição irregular no território, como também uma grande variabilidade ao longo do ano e de ano para ano. Entre-os-rios Douro e Tejo situam-se duas zonas de relevo acentuado a que correspondem núcleos de precipitação elevada, Montemuro-Gralheira-Caramulo e Sintra-Montejunto-Candeeiros-Aire-Lousã-Estrela.

---

<sup>1</sup> <http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp>

Na Figura seguinte representa-se a distribuição espacial da precipitação (total e em número de dias) em Portugal Continental.



**Figura 1: Distribuição da precipitação (n.º de dias e total) em Portugal Continental**

A serra da Estrela apresenta um máximo de precipitação superior a 2 400 mm em ano médio. Os mínimos de precipitação do vale do Douro, para leste da Régua e da região de Pinhel, são devidos à diminuição de humidade das massas de ar resultante dos efeitos orográficos anteriormente referidos. A sul do Tejo, a precipitação em ano médio varia entre 800 e 1 200 mm nas zonas montanhosas e entre 500 e 800 mm na planície alentejana, descendo a 400 mm no litoral algarvio (INAG, 2000). Em comparação com outras realidades, Portugal não pode ser considerado como desfavorecido no que se refere a recursos hídricos. O Quadro seguinte resulta da comparação dos valores anuais médios do escoamento em Portugal Continental, Espanha, Europa e América do Norte (INAG, 2000).

**Quadro 1: Escoamento anual médio em Portugal Continental, Espanha, Europa e América do Norte**

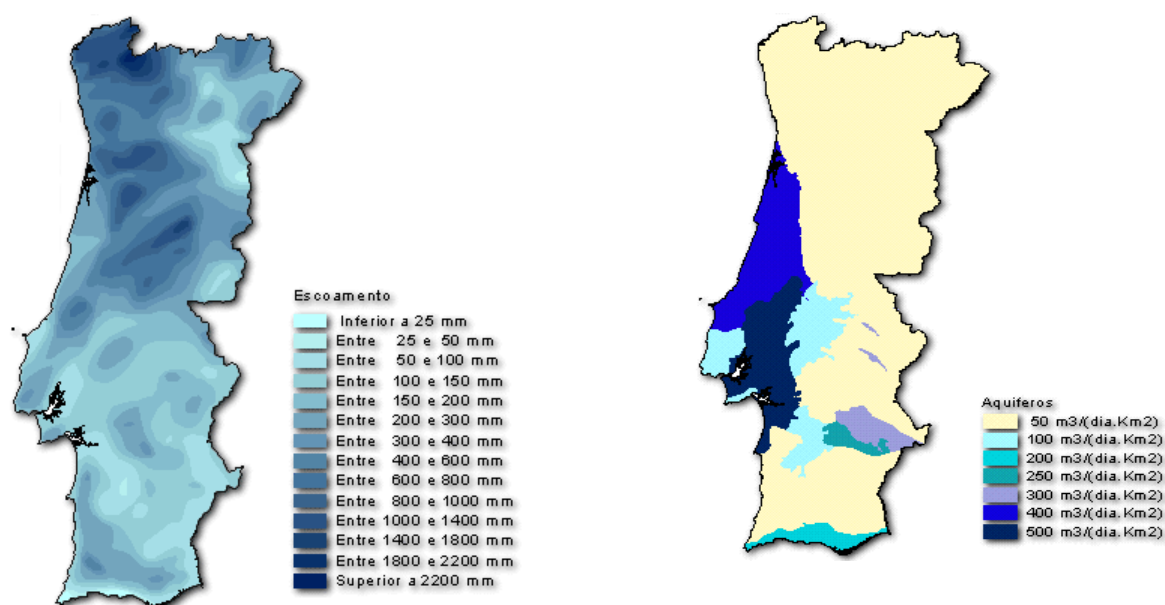
<b>Território</b>	<b>Volume (milhões de m<sup>3</sup>)</b>
Portugal Continental	33 000 <sup>(*)</sup>
	64 000 <sup>(**)</sup>
Espanha	106 000
Europa	3 100 000
América do Norte	6 000 000

Fonte: Adaptado de “Água em Portugal” (INAG, 2000)

Nota: <sup>(\*)</sup> Compreende o escoamento respeitante à precipitação ocorrida em Portugal (exclui o escoamento proveniente de Espanha) e corresponde a um caudal contínuo de 1000 m<sup>3</sup>/s. <sup>(\*\*)</sup> Inclui o escoamento proveniente de Espanha.

Ao escoamento produzido pela precipitação em Portugal há que acrescentar ainda a contribuição do escoamento proveniente de Espanha, designadamente os rios Minho, Lima, Douro, Tejo e Guadiana (INAG, 2000).

Para além do escoamento superficial acresce, ainda, o escoamento subterrâneo. O escoamento subterrâneo depende não só da precipitação ocorrida, mas também das condições do solo em relação à infiltração e das características dos aquíferos. O escoamento subterrâneo tem menor variabilidade no tempo do que o escoamento superficial, dada a capacidade de armazenamento de água nos aquíferos. A produtividade de um aquífero é assim definida como a quantidade de água que dele é possível extrair continuamente, em condições normais, sem afectar a reserva e a qualidade da água nele existente. A Figura seguinte representa o escoamento e a produtividade aquífera em Portugal Continental.

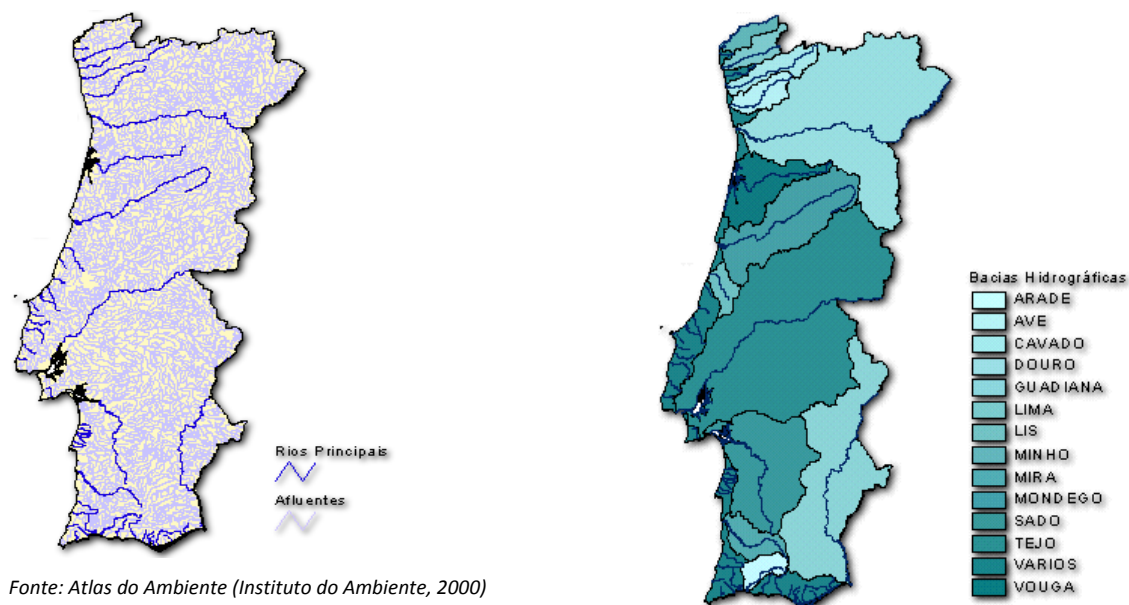


Fonte: Atlas do Ambiente (Instituto do Ambiente, 2000)

**Figura 2: Carta de escoamento superficial e produtividade aquífera**

De acordo com a Figura, grande parte do território apresenta produtividade aquífera inferior a  $50 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ . As zonas de maior produtividade (superior a  $400 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ ) integram parte dos distritos de Santarém e de Setúbal. A região limitada por Torres Vedras, Rio Maior, Vila Nova de Ourém, Tomar, Constância, Coimbra e a respectiva orla ocidental até Ovar apresentam ainda alta produtividade (entre 250 e  $400 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ ).

No que concerne às bacias hidrográficas<sup>2</sup>, percorrendo o território continental, as principais bacias hidrográficas, são designadamente: Rio Minho, Rio Lima, Rio Cávado, Rio Ave, Rio Douro, Rio Vouga, Rio Mondego, Rio Lis, Ribeiras do Oeste, Rio Tejo, Rio Sado, Ribeiras do Alentejo, Rio Mira, Ribeiras do Algarve, Rio Arade, Rio Guadiana. Nas Figuras seguintes apresentam-se os principais rios e bacias hidrográficas do território continental.



**Figura 3: Representação dos principais rios e afluentes e das bacias hidrográficas portuguesas**

As maiores bacias hidrográficas totalmente situadas em território português correspondem ao rio Sado (7 696 km<sup>2</sup>), rio Mondego (6 645 km<sup>2</sup>) e rio Vouga (2 653 km<sup>2</sup>). As bacias hidrográficas do rio Minho, Lima, Douro, Tejo e Guadiana são compartilhadas com o Reino de Espanha. De referir que as bacias hidrográficas luso-espanholas (57 293 km<sup>2</sup>) representam cerca de 62% da área total do território continental português (89 300 km<sup>2</sup>) e que a área das três maiores bacias totalmente portuguesas representa cerca de 19% deste território (INAG, 2000).

Tendo presente as bacias hidrográficas, os sistemas aquíferos nacionais, as bacias compartilhadas com Espanha, e as características próprias das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, o Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro estabeleceu a criação e delimitação de 10 Regiões Hidrográficas (RH).

O Quadro seguinte evidência os códigos associados às Regiões Hidrográficas e suas respectivas bacias hidrográficas em Portugal Continental.

#### **Quadro 2: Regiões Hidrográficas e suas respectivas bacias hidrográficas em Portugal Continental**

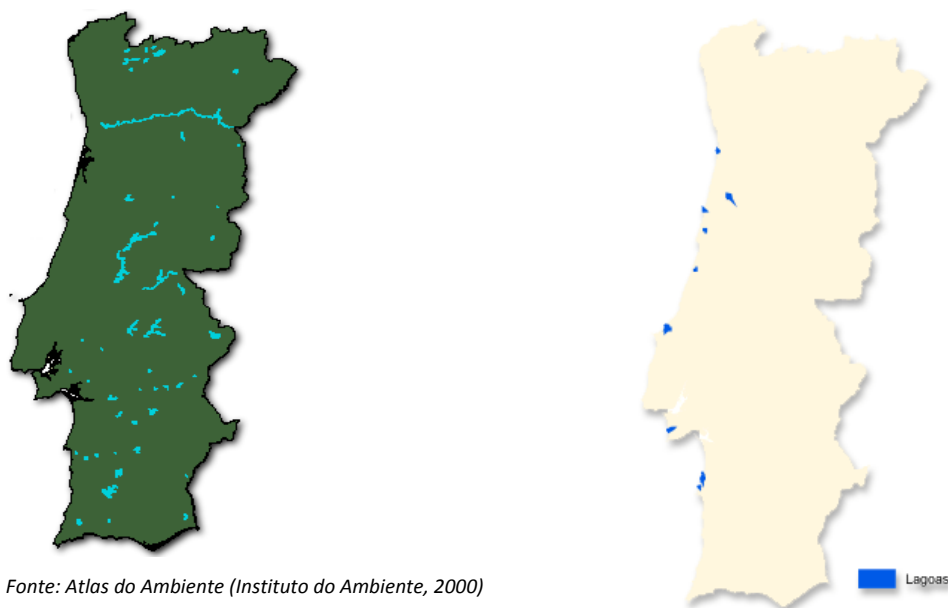
<sup>2</sup> A área terrestre a partir da qual todas as águas fluem para o mar, através de uma sequência de rios, ribeiros ou eventualmente lagos, desaguardo numa única foz, estuário ou delta - alínea m), artigo 4º, Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro.



<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Bacias hidrográficas:</b>
RH 1	Minho e Lima	do rio Minho localizada no território de Portugal; do rio Lima localizada no território de Portugal; do rio Âncora; do rio Neiva; das ribeiras da costa localizadas entre as bacias hidrográficas anteriores e os espaços localizados entre estas bacias.
RH 2	Cávado, Ave e Leça	das ribeiras da costa entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Neiva e o limite norte da bacia hidrográfica do rio Cávado e os respectivos espaços localizados entre estas bacias; do rio Cávado; do rio Ave; do rio Leça; das ribeiras da costa localizadas entre as bacias hidrográficas do rio Cávado e rio Leça e os espaços localizados entre estas bacias; das ribeiras da costa localizadas entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Leça e o limite norte da bacia hidrográfica do rio Douro e os respectivos espaços localizados entre estas bacias.
RH 3	Douro	do rio Douro localizado no território de Portugal; das ribeiras da costa entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Douro e o limite norte da bacia hidrográfica do rio Vouga e os respectivos espaços localizados entre estas bacias.
RH 4	Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste	do rio Vouga; do rio Mondego; do rio Lis e as bacias endorreicas localizadas no seu interior; das ribeiras da costa compreendidas entre as bacias hidrográficas anteriores e os espaços localizados entre estas bacias; das ribeiras da costa entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Lis e o cabo Raso e os respectivos espaços localizados entre estas bacias.
RH 5	Tejo	das ribeiras da costa entre o cabo Raso e o limite norte da bacia hidrográfica do rio Tejo e os respectivos espaços localizados entre estas bacias; do rio Tejo localizada em território de Portugal; das ribeiras da costa entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Tejo e o limite norte da bacia hidrográfica do rio Sado e os respectivos espaços localizados entre estas bacias.
RH 6	Sado e Mira	do rio Sado; do rio Mira; das ribeiras da costa compreendidas entre as bacias hidrográficas anteriores e os espaços localizados entre estas bacias; das ribeiras da costa entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Mira e o limite norte da bacia hidrográfica da ribeira de Odeceixe e os respectivos espaços localizados entre estas bacias.
RH 7	Guadiana	do rio Guadiana localizada em território de Portugal; das ribeiras de costa localizadas entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Guadiana e o limite norte e leste da bacia hidrográfica da ribeira de Almargem e os respectivos espaços localizados entre estas bacias.
RH 8	Ribeiras do Algarve	das ribeiras da costa entre o limite norte da bacia hidrográfica da ribeira de Odeceixe e o limite sul da bacia hidrográfica do rio Guadiana e o limite leste da bacia hidrográfica da ribeira de Almargem e os respectivos espaços localizados entre estas bacias.

Fonte: Adaptado do Anexo II, do Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro

Em Portugal, o regime de escoamento é caracterizado por uma grande variabilidade sazonal, com concentração da precipitação e escoamento no semestre de Outubro a Março (máximo em Fevereiro) e ocorrência de períodos prolongados de seca (predominantemente no Verão). Acresce a este facto, os elevados consumos sazonais, pelas actividades agrícolas e turísticas, no período de Abril a Setembro, em que as disponibilidades são mais reduzidas impondo-se condicionalismos especiais à gestão dos recursos hídricos. Por outro lado, as necessidades de água para uso doméstico e industrial apresentam uma distribuição muito mais uniforme. Para compensar a deficiência do escoamento nos cursos de água, em relação às necessidades das utilizações, torna-se indispensável dispor de reservas naturais (lagos e lagoas) ou artificiais (albufeiras) que armazenem a água em excesso nos períodos húmidos e a forneçam nos períodos secos. A Figura seguinte representa a distribuição das reservas naturais e artificiais em Portugal Continental.



**Figura 4: Distribuição das principais albufeiras e lagoas em Portugal Continental**

Comparando as disponibilidades e usos da água em Portugal e noutros países da União Europeia (UE), o território continental não é, por norma, desprovido em recursos hídricos, embora possam ocorrer situações críticas, de carácter quantitativo (escassez/secas sazonais ou localizadas) e qualitativo (contaminação).

Contudo, as disponibilidades nacionais de água, para além dos condicionalismos próprios do território, são determinadas pelo regime de utilização das águas das bacias hidrográficas partilhadas com Espanha. O facto dos principais rios que atravessam o território nacional nascerem em Espanha, o consequente crescimento da utilização de água nas bacias hidrográficas espanholas e ainda o facto de Espanha ter promovido o desenvolvimento de obras hidráulicas, com predominância da construção de barragens para aumento da capacidade de armazenamento de água em albufeiras e de regularização intra-anual, tem vindo a promover uma diminuição significativa das disponibilidades de água afluentes a Portugal. Atendendo a que as bacias hidrográficas dos rios luso-espanhóis (Minho, Lima, Douro, Tejo e Guadiana) constituem cerca de 2/3 do território de Portugal Continental, integrando 56% dos recursos hídricos superficiais portugueses, especial atenção deve ser prestada ao tratamento dos Acordos existentes neste domínio entre Portugal e Espanha (Vieira, 2003).

Face ao escoamento anual constituir uma grandeza de carácter aleatório, um pré-determinado volume de água a fornecer por uma albufeira, não pode ser assegurado com garantia absoluta. Neste contexto, sem o efeito regularizador das albufeiras, os recursos de águas superficiais disponíveis em Portugal seriam significativamente diminutos. Com efeito, o volume de água anual que uma determinada albufeira pode fornecer está associado ao nível de garantia do fornecimento, que se define como a percentagem de anos

em que tal volume pode ser posto por completo à disposição das utilizações. Quanto mais elevados forem os níveis de garantia do fornecimento, maiores serão os volumes de armazenamento de água requeridos para as albufeiras. Os níveis de garantia apresentam habitualmente valores compreendidos entre 80 e 99%.

Directamente relacionando com as disponibilidades hídricas e com o armazenamento, encontram-se inerentemente associados os sistemas de abastecimento de água (captação e distribuição), assim como os sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais.

## **1.2 Sistemas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais**

A mudança de paradigma na origem da água para abastecimento público, com o crescente recurso da água de origem superficial, nomeadamente, através de água armazenada em albufeiras, traz à ordem do dia preocupações associadas com a protecção da qualidade destas águas, no cumprimento da Directiva Quadro da Água e da Lei da Água.

Com o aumento do desenvolvimento urbanístico, aumento da população, da expansão industrial, das tipologias das práticas agrícolas, com o recurso intensivo a fertilizantes e pesticidas, tem-se verificado a necessidade de desenvolver de infra-estruturas de saneamento básico, principalmente no que diz respeito a sistemas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais, no sentido de controlar a degradação das águas superficiais e subterrâneas, agravada pelas situações de escassez dos recursos hídricos. Torna-se assim pertinente a inventariação de dados que permitam avaliar o estado dos sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais, designadamente ao nível do consumo de água e da rejeição de águas residuais no meio hídrico, das condições de dimensionamento e funcionamento das infra-estruturas, das áreas e populações servidas, da qualidade dos serviços prestados e, ainda, dos custos e benefícios associados a esses serviços.

Neste contexto foi desenvolvido, para o âmbito nacional, o Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR), que permite a caracterização do país relativamente aos sectores de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais.

Através da campanha INSAAR 2008, decorrida entre 1 de Abril e 30 de Junho de 2008, torna-se possível obter uma adequada caracterização, de todas as regiões hidrográficas, ao nível de atendimento, face aos sectores de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais, tendo como referencial temporal os dados estatísticos de 2007. Torna-se importante referir que os valores divulgados no INSAAR, sobre o estado dos sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de drenagem

tratamento de águas residuais, correspondem, não só a valores de referência de base cedidos pelas entidades gestoras, mas também da conjugação de valores estimados.

### 1.2.1 Sistemas de abastecimento de água

Da análise dos dados obtidos constata-se que o território nacional apresenta um índice de abastecimento de 92%, o que corresponde a cerca de 9 305 mil habitantes. Ao nível das regiões hidrográficas continentais, verifica-se que a RH do Guadiana (RH 7) e Tejo (RH 5) apresentam um índice de abastecimento de 99% e 96%, respectivamente. A RH de Portugal Continental com índice de abastecimento mais baixo é a de Cávado, Ave e Leça (RH 2) com 86%. A RH do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4) tem uma população servida por sistemas públicos de abastecimento de água, na ordem dos 2 059 mil de habitantes, o que representa um índice de abastecimento de 93% (INSAAR, 2008).

No que concerne à população servida por abastecimento de água, em função do tipo de origem de água (superficial e subterrânea) verifica-se que em Portugal Continental cerca de 61% da população é abastecida por captações de águas de superfície e 39% servida por captações de águas subterrâneas. Da observância dos dados relativos ao volume captado por origem, verifica-se que no Continente, cerca de 542 400 mil m<sup>3</sup> derivam de 253 captações de águas de superfície, enquanto que foi observada uma extracção de 306 661 mil m<sup>3</sup> de água subterrânea a partir de 6 545 captações. No global, foi estimado que em 2007 foi captado por via superficial e subterrânea, um volume total de água 849 061 mil m<sup>3</sup>.

A RH do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4) possui 49% da população servida por captações águas de superfície e o restante por captações de águas subterrâneas. Atendendo aos volumes captados, estima-se que foram captados 125 664 mil m<sup>3</sup> de água, dos quais 47 379 mil m<sup>3</sup> são de origem superficial e derivam de 74 captações e 78 285 mil m<sup>3</sup> são de origem subterrânea e correspondem a 1 110 captações.

Ao nível da população servida com água tratada, por tipo de instalação de tratamento, observa-se que em Portugal Continental 67% da população encontra-se servida por Estações de Tratamento de Águas (ETA), sendo a restante servida por postos de cloragem. Este valor deve-se ao facto de a maioria da população servida por sistemas públicos (61%) ser abastecida por água de superfície. Verifica-se que, das 2 010 instalações de tratamento de água para abastecimento, cerca de 1 550 correspondem a postos de cloragem (77%) e 460 a ETA (23%). O volume de água tratado (823 116 mil m<sup>3</sup>) deriva maioritariamente de Estações de Tratamento de Água (68%).

A RH do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4) apresenta igual percentagem de população servida por ETA e por postos de cloragem que em Portugal Continental. Contudo, na RH 4, das 413 unidades de

tratamento de água, 73% equivale a postos de cloragem e a restante percentagem a ETA, sendo que, do total de volume de água tratado (114 133 mil m<sup>3</sup>), 56% deriva de ETA e o restante de postos de cloragem.

Em Portugal Continental o fornecimento de água para o sector doméstico equivale a 523 525 mil m<sup>3</sup>. A RH do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4), apresenta um volume de água fornecido para o sector doméstico na ordem dos 23%, do total nacional sendo uma das RH que apresenta maiores volumes de água distribuídos (122 510 mil m<sup>3</sup>).

O Quadro seguinte verte a distribuição quantitativa dos volumes de água envolvidos nos sistemas de abastecimento em Portugal Continental e na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste.

**Quadro 3: Volume total nos sistemas urbanos de abastecimento em Portugal Continental e na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste.**

<i>Território</i>	<i>Volume urbano no abastecimento (x10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)</i>			<i>Capitação (L/hab.dia)</i>
	<i>Captado</i>	<i>Tratado</i>	<i>Distribuído</i>	
<i>Continente</i>	849 061	823 116	523 525	154
<i>RH do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4)</i>	125 664	114 133	122 510	163

Fonte: INSAAR, 2008

A capitação média do sector doméstico na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste é ligeiramente superior (163 L/hab.dia) ao estimado para Portugal Continental (154 L/hab.dia).

### 1.2.2 Sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais

Através do INSAAR 2008, mediante os dados estatísticos de 2007, torna-se igualmente possível obter uma adequada caracterização das regiões hidrográficas ao nível de atendimento do sector de drenagem e tratamento de águas residuais.

A população servida por sistema de drenagem de águas residuais, em Portugal Continental, apresenta um índice de drenagem na ordem dos 80 por cento, o que corresponde a cerca de 7 981 mil habitantes. Atendendo que o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR II), para o período 2007-2013, aponta como uma das metas, a cobertura nacional de 90% da população servida com drenagem e tratamento de águas residuais no ano de 2013, verifica-se que para a maioria das regiões hidrográficas do país, as taxas de cobertura por redes de drenagem, ainda estão abaixo do recomendado.

As RH do Continente com índices de drenagem mais baixos são a Minho e Lima (RH 1), enquanto que as RH com índices mais elevados são a do Tejo (RH 5) e Guadiana (RH 7), com um índice de drenagem de 92%. O índice de drenagem na região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste, é de 74%. Para o Continente o volume de águas residuais drenado pelo sector doméstico corresponde a 368 966 mil m<sup>3</sup>, sendo que a RH 4 contribui com 76 235 mil m<sup>3</sup>, isto é 21%, do total (INSAAR, 2008).

Ao nível do índice de tratamento constata-se que 70% da população de Portugal Continental é servida por sistema público de tratamento de águas residuais, sendo que dessa população, 94% é servida por Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e, apenas 6%, por Fossas Sépticas Colectivas (FSC). O número de instalações de tratamento de águas residuais cadastradas é de 1 475 ETAR e 2 668 FSC, isto é, 36% e 64%, respectivamente do total de instalações. Embora as ETAR representem apenas 36% do total dos sistemas de tratamento observa-se que 439 371 mil m<sup>3</sup>, isto é, 96% das águas residuais sujeitas a tratamento são tratados em ETAR, enquanto cerca de 18 696 mil m<sup>3</sup> são tratadas nas Fossas Sépticas Colectivas, sendo que no global são sujeitos a tratamento 458 067 mil m<sup>3</sup>.

Na região hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste, o índice de tratamento é ligeiramente inferior (68%) ao valor do Continente, sendo a população maioritariamente servida por sistemas de tratamento associados a ETAR (92%). Nesta região encontram-se cadastradas 347 ETAR e 681 FSC. Consequentemente, em 94% das ETAR são tratados 78 917 mil m<sup>3</sup> do volume de águas residuais e nas FSC somente 4 790 mil m<sup>3</sup>, perfazendo um total de 83 707 mil m<sup>3</sup> (INSAAR, 2008).

Da conjugação do índice de drenagem com o índice de tratamento na RH4 verifica-se que é necessário um esforço de investimento significativo para que sejam atingidos os níveis preconizados pelo PEAASAR II. Em termos de carga orgânica (Carência Bioquímica de Oxigénio após 5 dias), no território continental, foi estimado que a carga rejeitada, tanto nas ETAR, como nas FSC, corresponde a 44 863 ton/ano. Atendendo à carga bruta gerada (156 486 ton/ano), observa-se que a eficiência de remoção é de 71%. Na RH 4, o valor de eficiência de remoção é ligeiramente superior (73%), dado que a carga bruta gerada foi de 30 724 ton/ano e a carga rejeitada de 8 258 ton/ano.

Em Portugal Continental, a descarga efectuada após tratamento deriva de 3 947 unidades, isto é 90% das unidades de tratamento, o que corresponde a um volume de 449 526 mil m<sup>3</sup> (93%). A descarga directa, isto é, sem o devido tratamento, equivale a 10% das unidades de tratamento, representando um volume de 31 289 mil m<sup>3</sup> (7%). Na RH 4 a rejeição de águas residuais após tratamento deriva de 996 pontos de descarga (82%), o que equivale a 71 485 mil m<sup>3</sup>, isto é, 98% do total. As descargas directas equivalem a 218 pontos de descarga, o que representa um volume de 1 113 mil m<sup>3</sup>.

O Quadro seguinte evidência a distribuição quantitativa dos volumes de água envolvidos nos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais em Portugal Continental e na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste.

**Quadro 4: Volume total nos sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais em Portugal Continental e na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste**

<i>Território</i>	<i>Volume urbano na drenagem (<math>\times 10^3 \text{ m}^3</math>)</i>			<i>Capitação (L/hab.dia)</i>
	<i>Drenado</i>	<i>Tratado</i>	<i>Rejeitado</i>	
<i>Continente</i>	368 966	458 067	480 815	126
<i>RH do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4)</i>	76 235	83 707	72 598	128

Fonte: INSAAR, 2008

A capitação média do sector doméstico para o Continente é de 126 L/hab.dia, enquanto na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste, é de 128 L/hab.dia. De salientar que, as ETAR da RH 4, de acordo com o INSAAR, encontram-se maioritariamente associadas a sistemas de tratamento secundário e as FSC de carácter primário.

### 1.3 Efeitos ambientais das descargas de águas residuais

Segundo o Plano Nacional da Água (PNA), Portugal Continental encontra-se dividido em duas partes: a parte interior do país em que predominam os aglomerados rurais em situação de regressão económica e populacional, e o litoral que se caracteriza por uma crescente concentração quer de população, quer das actividades económicas. Deste modo a litoralização de toda a actividade humana e económica do país, provoca fortes pressões sobre o recurso água junto à foz, o que implica reflexos na gestão deste recurso, nomeadamente com o recurso a origens de água cada vez mais distantes, sobretudo para águas com qualidade para consumo humano (INAG, 2001).

Devido sobretudo ao crescimento demográfico, explosão do sector industrial e descarga directa de efluentes domésticos, industriais e agro-pecuários não sujeitos a tratamento, os recursos hídricos têm vindo a tornar-se cada vez mais um recurso escasso e degradado. As cargas poluentes, predominantemente orgânicas, têm origem essencialmente na descarga de efluentes de origem doméstica<sup>3</sup> e/ou urbana<sup>4</sup>,

<sup>3</sup> As águas residuais de serviços e de instalações residenciais, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de actividades domésticas - alínea a), do artigo 2, do Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho.

<sup>4</sup> As águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e ou com águas pluviais - alínea c), do artigo 2, do Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho.

enquanto os efluentes das actividades industriais<sup>5</sup> entre outras, por sua vez, originam efluentes com elevadas concentrações em produtos químicos (metais pesados, compostos orgânicos sintéticos, etc.) potencialmente tóxicos, dependendo em muito das características do tipo de instalação industrial. As águas residuais apresentam diversas características variando de acordo com a fonte de origem da água residual. No Quadro seguinte apresenta-se, resumidamente, a caracterização de uma água residual através das suas propriedades físicas e dos seus constituintes químicos e biológicos.

**Quadro 5: Características físicas, químicas e biológicas, e respectivas fontes de origem das águas residuais**

	<i><b>Características</b></i>	<i><b>Fonte de origem</b></i>
<b>Propriedades Físicas</b>	<i>Cor</i>	<i>Resíduos domésticos e industriais e matéria orgânica natural.</i>
	<i>Sabor e Odor</i>	<i>Decomposição das águas residuais e dos resíduos industriais.</i>
	<i>Temperatura</i>	<i>Resíduos domésticos e industriais.</i>
	<i>Sólidos (turvação)</i>	<i>Águas de abastecimento, resíduos domésticos e industriais, erosão do solo e infiltração.</i>
<b>Constituintes Químicos</b>	<b>Matéria orgânica</b>	
	<i>Proteínas</i>	<i>Resíduos domésticos, comerciais e industriais.</i>
	<i>Hidratos de carbono</i>	<i>Resíduos domésticos, comerciais e industriais.</i>
	<i>Óleos e gorduras</i>	<i>Resíduos domésticos, comerciais e industriais.</i>
	<i>Compostos orgânicos voláteis (fenóis)</i>	<i>Resíduos domésticos, comerciais e industriais.</i>
	<i>Compostos sintéticos (detergentes e pesticidas)</i>	<i>Resíduos domésticos, comerciais, industriais e agrícolas.</i>
	<b>Matéria inorgânica</b>	
	<i>Azoto</i>	<i>Resíduos domésticos e agrícolas.</i>
	<i>Fósforo</i>	<i>Resíduos domésticos, comerciais, industriais e de cursos de água</i>
	<i>Cloretos</i>	<i>Águas de abastecimento e de infiltrações e resíduos domésticos e industriais</i>
	<i>Enxofre</i>	<i>Águas de abastecimento e resíduos domésticos, comerciais e industriais</i>
	<i>Substâncias tóxicas (metais pesados)</i>	<i>Resíduos industriais</i>
	<b>Gases</b>	
	<i>Metano</i>	<i>Decomposição das águas residuais</i>
	<i>Ácido sulfídrico</i>	<i>Decomposição das águas residuais</i>
	<i>Dióxido de carbono</i>	<i>Decomposição das águas residuais e trocas com a atmosfera</i>
	<i>Oxigénio</i>	<i>Trocas com a atmosfera</i>
<b>Constituintes Biológicos</b>	<i>Algas</i>	<i>Cursos de águas e águas residuais em tratamento</i>
	<i>Vírus</i>	<i>Resíduos domésticos e animais</i>
	<i>Protozoários</i>	<i>Cursos de águas e águas residuais em tratamento</i>
	<i>Bactérias</i>	<i>Resíduos domésticos, águas de infiltração e águas residuais em tratamento</i>

Fonte: Adaptado de "Environmental Engineer's Handbook"(Lui, 1997).

Em termos de parâmetros físicos é importante considerar os sólidos presentes no efluente e à temperatura. Os Sólidos Totais (ST) presentes incorporam os Sólidos Fixos Totais (SFT) e Sólidos Voláteis Totais (SVT),

<sup>5</sup> As águas residuais provenientes de qualquer tipo de actividade que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas nem sejam águas pluviais - alínea b), do artigo 2, do Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho.



assim como os Sólidos Suspensos Totais (SST), Fixos (SSF) e Voláteis (SSV), e os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Fixos (SDF) e Voláteis (SDV) (Metcalf & Eddy, 2003).

Das características químicas destacam-se os parâmetros Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO<sub>5</sub>), Carência Química de Oxigénio (CQO), Azoto Amoniacal (NH<sub>4</sub>), Nitritos, Nitratos, Azoto Kjeldahl, Fósforo, inorgânico e orgânico, pH, Alcalinidade, Cloretos, Sulfatos, Metais pesados e Compostos orgânicos e inorgânicos específicos.

Regra geral, a composição média de águas residuais domésticas pode descrever-se pelos seguintes parâmetros e concentrações: Sólidos Totais 700 mg/L, Sólidos Dissolvidos 500 mg/L, Sólidos em Suspensão 200 mg/L, Sólidos em Suspensão Fixos 50 mg/L, Sólidos em Suspensão Voláteis 150 mg/L, Sólidos Sedimentáveis 10 mg/L e CBO<sub>5</sub> 300 mg O<sub>2</sub>/L (Metcalf & Eddy, 2003).

Para além das potenciais alterações que a descarga de águas residuais domésticas podem provocar nos recursos hídricos, acrescem os efeitos provenientes de fenómenos naturais (secas, erosão e desertificação de solos, cheias), que introduzem no meio hídrico contaminantes, tais como sedimentos, matérias em suspensão (matérias orgânicas e inorgânicas e bactérias e vírus), de actividades industriais várias (metais pesados, produtos químicos, substâncias tóxicas e nutrientes inorgânicos) e de actividades agrícolas (fertilizantes e pesticidas).

Embora de um modo geral, os meios hídricos sejam capazes de, por si só, eliminarem determinadas cargas poluentes, o que lhes permite recuperar de situações adversas, a introdução de carga orgânica e contaminantes sem tratamento adequado, num curso de água fomenta muitas vezes a contaminação do meio, em maior ou menor grau de poluição.

A autodepuração torna-se particularmente importante na degradação da matéria orgânica e na diluição de compostos tóxicos, permitindo o meio hídrico retornar totalmente ou parcialmente às suas condições iniciais. A degradação de carga orgânica e compostos é feita através de um conjunto de reacções químicas e bioquímicas levadas a cabo por microorganismos presentes no meio hídrico. Porém, na maior parte das vezes, a capacidade de autodepuração de um dado ecossistema é ultrapassada, havendo acumulação de poluentes não biodegradáveis e de carga orgânica em excesso, determinando a degradação total do meio

As descargas não controladas de águas residuais apresentam-se como situações particularmente inconvenientes, dado que, para além de causarem impactes significativos no meio receptor, podem também causar vários inconvenientes, dos quais se salientam os de saúde pública e os socio-económicos. Atendendo à presença de microrganismos patogénicos nas águas residuais, emergem problemas de saúde pública e segurança, caso estas águas sejam descarregadas nos meios receptores sem tratamento

adequado. Trata-se de uma situação gravosa dado que muitos desses meios são utilizados para captação de água para consumo humano e para fins balneares e de recreio (Metcalf & Eddy, 2003).

A descarga de águas residuais pode ser efectuada em dois meios receptores naturais: o solo e meio hídrico. A descarga em meios receptores como o solo, para além de causar uma descaracterização do meio, também provoca a contaminação dos terrenos agrícolas e deterioração da estrutura do solo, podendo ter ainda como consequência a contaminação das águas subterrâneas por infiltração. As descargas ao nível dos meios receptores hídricos podem causar variações na temperatura e salinidade, alterações de pH, turvação, produção de odores desagradáveis, sendo ainda, particularmente relevante e de destacar os fenómenos associados à desoxigenação e eutrofização do meio.

O oxigénio dissolvido é fundamental para os processos de respiração aeróbia dos microrganismos e também para outras formas de vida presentes em meio hídrico (Metcalf & Eddy, 2003). A oxidação da matéria orgânica carbonada corresponde ao principal factor de consumo de oxigénio, pois esta serve como uma fonte de energia para os organismos heterotróficos, nos processos de respiração e decomposição (Chapra, 1997).

A desoxigenação é provocada pela introdução, no meio hídrico, de matéria orgânica ou efluentes com uma carga orgânica elevada sem tratamento adequado. Este facto provoca uma diminuição significativa do teor de oxigénio dissolvido, devido à decomposição da matéria orgânica por parte dos organismos heterotróficos (bactérias, fungos, protozoários).

A diminuição de oxigénio verifica-se a jusante do ponto de descarga, atingindo um nível mínimo a alguma distância desse ponto e voltando a subir para níveis normais à medida que a distância desse ponto aumenta, desde que não haja mais descargas (pontuais ou difusas) para esse meio. Ao oxigénio dissolvido corresponde a quantidade de oxigénio que se encontra dissolvido na água, sabendo-se que valores menores que 5 mg/L podem afectar a vida aquática (Metcalf & Eddy, 2003).

De acordo com as características do efluente e dependendo também das características do corpo de água receptor, a curva de depleção do oxigénio será mais ou menos acentuada. Assim, quanto mais elevada for a carga orgânica do efluente, mais acentuada será a curva e mais tempo levará o meio aquático a retomar às condições normais.

A Figura seguinte representa a curva de depleção do oxigénio.



Fonte: Adaptado de “Poluição das Águas” (Carrapeto, 1999).

**Figura 5: Curva de depleção do oxigénio.**

O aparecimento da curva de depleção mais acentuada ao início deve-se ao facto de a oxidação da matéria orgânica consumir oxigénio durante a degradação. Assim, à medida que aumenta a distância a esse ponto, a actividade bacteriana faz diminuir a carga orgânica do meio, o que por sua vez, faz aumentar o nível de oxigénio dissolvido até aos níveis iniciais. A diminuição da taxa de oxigénio num ecossistema aquático provoca alterações no comportamento dos organismos mais sensíveis à falta de oxigénio e também ao aparecimento de organismos anaeróbios (bactérias), dando origem a substâncias indesejáveis. Os problemas causados pela depleção do oxigénio agravam-se quando são feitas descargas sucessivas ao longo do mesmo curso de água, a distâncias tais que não permitem a recuperação do sistema. (Carrapeto, 1999).

A eutrofização<sup>6</sup> é, igualmente, um fenómeno provocado pela introdução de águas residuais, ou matéria orgânica e inorgânica, sem tratamento adequado num meio receptor aquático. A descarga de efluentes em lagos, albufeiras e em outras massas de água, contendo compostos de Fósforo e Azoto são particularmente indesejáveis, dado que promovem a eutrofização e estimulam o crescimento indesejado de algas (Eckenfelder, 1989).

A presença de microrganismos patogénicos nas águas residuais não tratadas constitui um problema para a qualidade dos meios receptores, tal como a presença de nutrientes na água residual pode determinar indesejáveis fenómenos de eutrofização (Metcalf & Eddy, 2003).

Em termos de tratamento, a protecção do meio receptor contra o fenómeno de eutrofização poderá ser feito através de tratamento terciário por remoção dos nutrientes da água residual tratada, nomeadamente

<sup>6</sup> Enriquecimento do meio aquático com nutrientes, sobretudo compostos de azoto e ou de fósforo, que provoque o crescimento acelerado de algas e de formas superiores de plantas aquáticas, perturbando o equilíbrio biológico e a qualidade das águas em causa - n.º 10, do artigo 2º, do Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho.

a eliminação do azoto (por nitrificação/desnitrificação) e a remoção do fósforo por precipitação química simultânea.

Outros parâmetros como a temperatura, a velocidade das reacções químicas, assim como outros factores tais como a condutividade e o pH, condicionam a vida aquática existente no meio, bem como a possível utilização da água para vários fins (Metcalf & Eddy, 2003).

# Capítulo 2

## Ordenamento jurídico

## 2. Ordenamento jurídico

A Lei de Bases do Ambiente, Lei n.º 11/87, de 7 de Abril, define as orientações relativas à protecção dos recursos hídricos, como componente ambiental natural, e promove um nível de protecção coerente e compatível com as demais componentes ambientais naturais e humanas.

Desde o início dos anos 80 que a preservação da qualidade dos recursos hídricos tem sido uma das principais preocupações da União Europeia, no que diz respeito ao meio ambiente. Dada a importância desta componente ambiental, nos últimos anos a gestão dos recursos hídricos assumiu uma importância fulcral no seio da UE. Em Portugal, como na maioria dos países do espaço europeu, verifica-se que, dada a lacuna da legislação de origem nacional, grande parte dos diplomas derivam de transposições de directivas comunitárias. Neste contexto, a política da União Europeia, em matéria de protecção do ambiente e dos recursos naturais, foi adquirindo uma importância crescente devido ao facto de estarem ainda longe de ser controladas as ameaças aos recursos naturais, designadamente dos recursos hídricos. Por conseguinte, a UE determinou uma vasta gama de medidas, de natureza essencialmente legislativa, de modo a garantir a gestão sustentável da água na Europa.

Em 1994 a Comissão Europeia apresentou uma Proposta de Directiva relativa à qualidade ecológica das águas (COM(93) 680 final), que visava desenvolver e aplicar as conclusões do Seminário Ministerial sobre a Política da Água na Comunidade, realizado em Frankfurt em 1988, nomeadamente no que se refere ao consenso sobre a necessidade de a legislação comunitária integrar a qualidade ecológica das águas. Não obstante a existência da aplicação da legislação Comunitária, em termos de protecção do meio aquático, a poluição das massas de águas continuava a aumentar. Perante o agravamento da situação, em Fevereiro de 1997, a Comissão Europeia apresentou uma nova proposta de Directiva que estabelece um quadro de acção comunitária da política da água (COM(97) 049), designada abreviadamente por Directiva Quadro da Água (DQA), onde, para além de englobar as disposições relevantes da proposta de Directiva relativa à qualidade ecológica das águas, estabelece a necessidade de uma maior integração dos aspectos qualitativos e quantitativos para uma gestão sustentável dos ecossistemas aquáticos.

### 2.1 Directiva Quadro da Água

A Directiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000) foi adoptada pelo Parlamento Europeu e Conselho, em Setembro de 2000 e publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 22 de Dezembro de 2000.

A Directiva Quadro da Água estabelece a política da água na União Europeia, cabendo à Comunidade e seus Estados-Membros a tarefa de definir um enquadramento global, eficaz e coerente, baseado num conjunto de princípios comuns e no desenvolvimento de acções adequadas, que permitirão a protecção dos ecossistemas aquáticos e a utilização sustentável da água no espaço da União Europeia. Dos principais aspectos introduzidos pela DQA destacam-se os seguintes:

- abordagem integrada de protecção das águas (águas de superfície e águas subterrâneas);
- avaliação do estado das águas através de uma abordagem ecológica;
- planeamento integrado a nível da bacia hidrográfica;
- estratégia para a eliminação da poluição causada por substâncias perigosas;
- instrumentos financeiros;
- incremento da divulgação da informação e incentivo da participação do público;
- organização do quadro legal comunitário.

A DQA estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água, sendo o principal instrumento da política da União Europeia relativa à água. Esta directiva visa estabelecer uma estrutura para a protecção e utilização sustentável das massas de água na Comunidade, através de uma abordagem comum entre os Estados-Membros (EM).

A DQA apresenta um conjunto de objectivos gerais relativos à protecção do ambiente aquático, nomeadamente, através da redução progressiva da poluição química. Através desta Directiva-Quadro, a União Europeia pretende que os Estados-Membros organizem a gestão das águas interiores de superfície, subterrâneas, de transição e águas costeiras, tendo em vista os seguintes objectivos gerais:

- a prevenção da deterioração e protecção e melhoria do estado dos ecossistemas aquáticos, e também dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas directamente dependentes dos ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades em água;
- a promoção da utilização sustentável das águas, com base na protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis;
- o reforço da protecção e a melhoria do ambiente aquático, em particular através de medidas para a redução progressiva e eliminação das descargas, emissões e perdas de substâncias prioritárias e substâncias prioritárias perigosas;
- assegurar a redução progressiva da poluição das águas subterrâneas;
- contribuir para mitigar os efeitos das inundações e secas.

A finalidade da DQA é contribuir para a adopção de planos de gestão e de programas de medidas, adequadas a cada massa de água, que visem a provisão de água em quantidade e qualidade suficiente para

uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa do recurso, a redução significativa da poluição das águas subterrâneas e a protecção das águas marinhas e territoriais. Acresce ainda o intuito de cumprimento dos objectivos dos acordos internacionais relevantes, incluindo os que se destinam à prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho através de acções comunitárias, para eliminar as descargas, emissões e perdas de substâncias prioritárias perigosas, com o objectivo último de reduzir as concentrações no ambiente marinho para valores próximos dos de referência para as substâncias que ocorrem naturalmente e próximos de zero para as substâncias sintéticas.

De forma a garantir a operacionalidade dos programas de medidas especificados nos planos de gestão de bacias hidrográficas dos Estados-Membros, aos objectivos gerais da DQA, acrescem os objectivos específicos ambientais.

Ao nível das águas de superfície as medidas devem tender para a prevenção da deterioração do estado (ecológico e químico) de todos os meios hídricos; para a protecção, melhoria e recuperação de todos os meios hídricos com o objectivo de alcançar o bom estado; para a protecção de todos os meios hídricos fortemente modificados e artificiais com o objectivo de alcançar o bom potencial ecológico e o bom estado químico; reduzir progressivamente a poluição causada por substâncias prioritárias e eliminar as emissões, descargas e perdas de substâncias prioritárias perigosas.

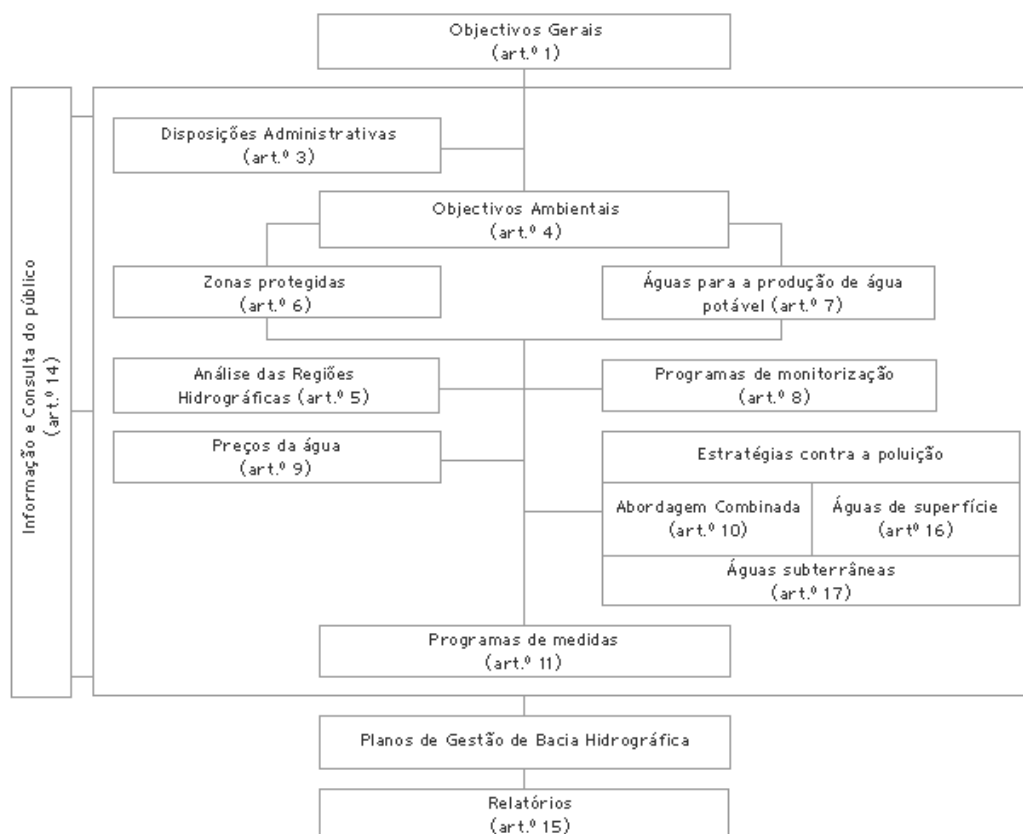
No que concerne às águas subterrâneas, os EM devem adoptar medidas que visem prevenir ou limitar a introdução de poluentes nas águas subterrâneas; prevenir a deterioração do estado (químico e quantitativo) de todas as massas de águas subterrâneas; proteger, melhorar e recuperar todas as massas de águas e garantir o equilíbrio entre a captação e a recarga das águas subterrâneas; alcançar o bom estado e inverter qualquer tendência significativa persistente de aumento da concentração de qualquer poluente resultante das actividades humanas.

No prazo de 15 anos, e para as zonas protegidas, deverá ser assegurado o cumprimento das normas e objectivos estabelecidos nos planos, tendo também em consideração as disposições da legislação comunitária ao abrigo da qual tenha sido criada a zona protegida, nomeadamente as zonas designadas para a captação de água para consumo humano, as zonas designadas para a protecção de espécies aquáticas de interesse económico, as águas para recreio, incluindo as águas balneares (76/1760/CEE), as zonas vulneráveis (91/676/CEE), as áreas sensíveis (91/271/CEE) e as zonas designadas para a protecção dos habitats ou de espécies, incluindo os sítios relevantes da Rede Natura 2000 (92/43/CEE e 79/409/CEE).

Os objectivos ambientais, apresentados no artigo 4º, da DQA aplicáveis a todas as águas, assim como os objectivos adicionais associados a zonas protegidas específicas e águas destinadas à produção de água para



consumo humano, têm que ser traduzidos em objectivos operacionais. A Figura seguinte apresenta um esquema da estrutura organizacional da DQA.



Fonte: <http://dqa.inag.pt/dqa2002> (Acedido em 15.08.2009)

**Figura 6: Esquema da estrutura organizacional da DQA**

No âmbito da DQA, os objectivos ambientais serão cumpridos através do estabelecimento de programas de medidas (artigo 11º), que por sua vez devem ser incluídos nos Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas (artigo 13º).

No caso específico das águas identificadas ao abrigo do artigo 7º, para além do cumprimento dos objectivos ambientais aplicáveis, incluindo as normas de qualidade estabelecidas a nível comunitário e, nos termos do artigo 16º, os EM devem assegurar que, face ao regime de tratamento de águas aplicado e nos termos da legislação comunitária, as águas resultantes cumpram os requisitos da Directiva 98/83/CE relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.

Com base nas especificações técnicas apresentadas no Anexo V da DQA, no exercício de caracterização da região hidrográfica e dos impactes das actividades humanas sobre o estado das águas desenvolvido no

âmbito do artigo 5º e Anexo II, deve ser estabelecido para cada tipo de meio hídrico, o objectivo de bom estado das águas. Face ao disposto no artigo 8º, também serão importantes os dados obtidos através da monitorização de vigilância, pelo que os Estados-Membros deverão garantir a elaboração de programas de monitorização do estado das águas, por forma a permitir a operacionalização dos objectivos e, consequentemente, uma análise coerente e exaustiva do estado das águas em cada região hidrográfica.

Cada um dos Estados-Membros deverá estabelecer as regras relativas à utilização das águas que assegurem o desenvolvimento de políticas integradas de protecção e melhoria do estado das águas. A DQA estabelece, assim, um quadro comunitário para a protecção e a gestão da água que visa a identificação das águas europeias e das suas características, recenseadas por bacias e regiões hidrográficas. Cabe a cada Estado-Membro definir e recensear todas as bacias hidrográficas situadas no seu território e associá-las em regiões hidrográficas.

No caso das bacias hidrográficas que abrangem o território de mais de um Estado-Membro serão integradas numa região hidrográfica de carácter internacional. Os Estados-Membros devem efectuar, através de planos estratégicos, uma análise das características de cada região hidrográfica, um estudo de incidências das actividades humanas nas massas de águas, uma análise económica da utilização da água e o registo das zonas que exigem uma adequada protecção. Neste contexto, os Estados-Membros deverão elaborar um plano de gestão para cada uma das regiões hidrográficas que tenha em conta os resultados das análises e estudos realizados e, consequentemente, um programa de medidas. As medidas previstas no plano de gestão da região hidrográfica têm como objectivo:

- a prevenção da deterioração do estado das massas de água de superfície, por forma a restaurar e assegurar um bom estado químico e ecológico das mesmas, bem como reduzir a poluição proveniente das descargas e emissões de substâncias perigosas;
- a protecção das águas subterrâneas para prevenir a sua poluição e deterioração e assegurar um equilíbrio entre a sua captação e renovação;
- a preservação e protecção das zonas protegidas.

De acordo com o artigo 14º, os Estados-Membros devem ainda promover a participação activa de todas as partes interessadas na aplicação da presente directiva. Deve assim ser fomentada, por parte dos EM, a consulta e a participação activa de todas as partes interessadas, em particular na elaboração e actualização dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH).

A DQA visa ainda, nos termos do artigo 9º, a análise económica das utilizações da água e a aplicação de um regime financeiro às utilizações da água (política de tarifação da água). Os Estados-Membros deverão assim, a partir do 2010, garantir que a política de tarifação incentive os consumidores a utilizar os recursos hídricos

de forma eficaz e que os diferentes sectores económicos contribuam para a recuperação dos custos dos serviços ligados à utilização da água, incluindo os custos para o ambiente e os recursos.

A Directiva 2000/60/CE prevê também que os Estados-Membros estabeleçam regimes que prevejam sanções eficazes, proporcionadas e dissuasivas em caso de violação de presente Directiva-Quadro. Porém, se a deterioração temporária das massas de água resultar de circunstâncias excepcionais e imprevisíveis relacionadas com um acidente, causa natural ou caso de força maior, não poderá constituir uma infracção à Directiva-Quadro. A DQA representa um desafio à capacidade de adaptação do quadro jurídico-institucional dos Estados-Membros, dado que deixarão de poder adoptar, na sua ordem interna ou bilateral, normas contrárias ao articulado na DQA. O Quadro seguinte estipula em termos cronológicos a aplicação dos mecanismos exigidos e dos objectivos de qualidade a alcançar pelos EM.

#### **Quadro 6: Síntese da calendarização das obrigações para os Estados-Membros**

<b>Prazos</b>	<b>Principais acções</b>
2000	<i>Entrada em vigor da DQA.</i>
2003	<i>Identificação das autoridades competentes das regiões hidrográficas. Transposição das disposições da DQA. Rede de intercalibração do estado ecológico das águas (registo provisório).</i>
2004	<i>Caracterização das regiões hidrográficas. Análise do impacte das actividades humanas sobre o estado das águas. Análise económica das utilizações da água. Registo das zonas de protecção.</i>
2005	<i>Critérios para a protecção das águas subterrâneas na ausência de acordo comunitário.</i>
2006	<i>Implementação dos programas de monitorização. Programa de trabalhos para a elaboração dos Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas. Definição de normas de qualidade ambiental e controlo das principais fontes de descargas de poluentes incluídos na lista de substâncias prioritárias, na ausência de acordo comunitário.</i>
2007	<i>Principais aspectos da gestão dos recursos hídricos identificados na análise dos Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas.</i>
2008	<i>Publicação dos Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas (consulta pública).</i>
2009	<i>Estabelecimento dos programas de medidas para as regiões hidrográficas. Publicação dos Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas.</i>
2010	<i>Estabelecimento de políticas de preços da água.</i>
2012	<i>Implementação da abordagem combinada. Implementação e operacionalidade dos programas de medidas.</i>
2015	<i>Cumprimento dos objectivos ambientais (alcance de um bom estado de águas, cumprimento das normas e objectivos para as zonas protegidas, etc.).</i>
2021	<i>Cumprimento dos objectivos ambientais após a primeira derrogação.</i>
2027	<i>Cumprimento dos objectivos ambientais após a segunda derrogação.</i>

Fonte: Adaptado de <http://dqa.inag.pt/dqa2002> (Acedido em 15.08.2009)

A Directiva Quadro da Água prevê um conjunto de derrogações possíveis dos objectivos ambientais, nomeadamente, a extensão dos prazos para cumprimento dos objectivos definidos; a aplicação de objectivos ambientais menos exigentes do que os estabelecidos; a deterioração temporária do estado das águas devido a circunstâncias imprevistas ou excepcionais (cheias extremas e secas prolongadas, acidentes) e a impossibilidade de não cumprir os objectivos de bom estado ecológico ou, quando aplicável, de bom potencial ecológico, ou de não deterioração do estado, devido quer a novas alterações das características físicas do meio hídrico quer a novas actividades humanas de desenvolvimento sustentável.

Porém, a aplicação de quaisquer derrogações encontra-se sujeita a um conjunto específico de condições que devem ser respeitadas e devidamente identificadas nos Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas. Os Estados-Membros devem assegurar que as derrogações não comprometem o cumprimento dos objectivos ambientais noutros meios hídricos pertencentes à mesma região hidrográfica, e não impedem a aplicação de outras normas ambientais comunitárias, assim como devem assegurar um nível de protecção dos meios hídricos sujeitos às derrogações no mínimo equivalente ao da legislação comunitária em vigor.

A DQA visa enquadrar o conjunto de instrumentos legislativos existentes relativos aos recursos hídricos e criar um quadro legal comunitário mais consistente e actualizado, tendo em conta as novas abordagens de protecção das águas. Consequentemente, com a adopção da Directiva 2000/60/CE, houve a revogação e a alteração de algumas normas comunitárias relativas à protecção das águas em determinados meios hídricos e para determinados usos da água (artigo 22º). O Quadro seguinte apresenta a lista dos actos legislativos revogados com efeitos à data de entrada em vigor da DQA.

**Quadro 7: Lista dos actos legislativos revogados com efeitos da data de entrada em vigor da DQA**

<i><b>Prazo</b></i>	<i><b>Acto legislativo</b></i>	<i><b>Descrição</b></i>
2000	Directiva 76/464/CEE (Artigo 6º)	Lista de substâncias candidatas à lista I.
2007	Directiva 75/440/CEE	Qualidade das águas de superfície destinadas à produção de água potável.
	Decisão 77/795/CEE	Procedimento comum de troca de informações relativas às águas doces de superfície.
	Directiva 79/869/CEE	Métodos de medida e à frequência das amostragens e da análise das águas de superfície destinadas à produção de água potável.
2013	Directiva 78/659/CEE	Qualidade das águas doces que necessitam de ser protegidas ou melhoradas a fim de estarem aptas para a vida dos peixes.
	Directiva 79/923/CEE	Qualidade exigida das águas conquícolas.
	Directiva 80/68/CEE	Protecção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas.
	Directiva 76/464/CEE	Poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático.
	Directiva 80/778/CEE	Qualidade das águas destinadas ao consumo humano.

Fonte: Adaptado de <http://dqa.inag.pt/dqa2002> (Acedido em 15.08.2009)

A DQA apresenta ainda algumas obrigações cujo cumprimento está relacionado, directa ou indirectamente, com outras normas comunitárias, carecendo de uma articulação com outros actos legislativos, por forma a garantir o cumprimento das normas existentes e promover a transição para as novas disposições da DQA. O Quadro seguinte apresenta a lista dos actos legislativos com reporte directo com DQA.

**Quadro 8: Listagem dos artigos e anexos com referência directa a outras normas comunitárias e tipo de articulação com a DQA**

<b>Artigo / Anexo</b>	<b>Tipo de Articulação</b>	<b>Directivas</b>
5º / II	Informação sobre fontes de poluição pontual Informação sobre fontes de poluição	91/271/CEE - 96/61/CE, 75/440/CEE, 76/160/CEE, 76/464/CEE, 78/659/CEE - 79/923/CEE, 91/414/CEE, 91/676/CEE - 98/8/CE
6º / IV	Designação de zonas protegidas	76/160/CEE, 79/409/CEE, 91/271/CEE, 91/676/CEE - 92/43/CEE
7º	Objectivos adicionais relativos à qualidade da água destinada ao consumo humano	98/83/CE
10º / IX	Controlo da poluição através da "abordagem combinada"	82/176/CEE - 83/513/CEE, 84/156/CEE - 84/491/CEE, 86/280/CEE, 91/271/CEE - 91/676/CEE, 96/61/CE
11º / VI	Medidas básicas do programa de medidas a estabelecer para cumprimento de objectivos ambientais	76/160/CEE, 79/409/CEE, 80/778/CEE, 85/337/CEE, 86/278/CEE, 91/271/CE, 91/414/CEE, 91/676/CE, 92/43/CEE, 96/61/CE, 96/82/CE
16º	Avaliação de risco para o ambiente aquático ou por seu intermédio	91/414/CEE, 98/8/CE, Regulamento n.º 793/93
V	Estabelecimento de normas de qualidade ambiental	93/67/CEE, Regulamento n.º 1488/94

Fonte: Adaptado de <http://dqa.inag.pt/dqa2002> (Acedido em 15.08.2009)

Para além deste conjunto de directivas, na fase de implementação da DQA, também carecem de articulação, os seguintes normativos: Directiva 90/313/CEE - Acesso à informação em matéria de ambiente, Directiva 91/692/CEE e Decisão 94/741/CEE - Relatórios sobre a aplicação de determinadas directivas respeitantes ao ambiente, Directiva 92/446/CEE e Directiva 95/337/CEE - Questionários relativos à água, Directiva 99/31/CE - Deposição de resíduos em aterros, Directiva 75/442/CEE (incluindo sucessivas alterações) - Resíduos e Directiva 91/689/CEE (alterada pela Directiva 94/31/CE) - Resíduos perigosos.

No que concerne às medidas jurídico-administrativas, doze anos após a data de entrada em vigor da directiva e, seguidamente, de seis em seis anos, cabe à Comissão Europeia publicar um relatório sobre a aplicação da directiva nos Estados-Membros. A Comissão convocará uma conferência das partes interessadas na política comunitária da água, na qual participam os Estados-Membros, bem como os representantes das autoridades competentes, do Parlamento Europeu, das Organizações Não Governamentais, dos parceiros sociais e económicos, dos consumidores, dos meios universitários e outros peritos.

## 2.2 Lei da Água

Em Portugal a gestão dos recursos hídricos decorre da Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, transposta para a ordem jurídica interna pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. A Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, designada também como a Lei da Água, visa estabelecer as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas superficiais, designadamente as águas interiores, de transição e costeiras, e das águas subterrâneas. Em conformidade com o estabelecido nas disposições gerais do diploma, visa satisfazer os seguintes objectivos:

- a) evitar a continuação da degradação e proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos e também dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas directamente dependentes dos ecossistemas aquáticos, no que respeita às suas necessidades de água;*
- b) promover uma utilização sustentável de água, baseada numa protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis;*
- c) obter uma protecção reforçada e um melhoramento do ambiente aquático, nomeadamente através de medidas específicas para a redução gradual e a cessação ou eliminação por fases das descargas, das emissões e perdas de substâncias prioritárias;*
- d) assegurar a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da sua poluição;*
- e) mitigar os efeitos das inundações e das secas;*
- f) assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de origem superficial e subterrânea de boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água;*
- g) proteger as águas marinhas, incluindo as territoriais;*
- h) assegurar o cumprimento dos objectivos dos acordos internacionais pertinentes, incluindo os que se destinam à prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho.*

A definição do enquadramento institucional da Lei da Água procede em conformidade com o princípio da região hidrográfica como unidade principal de planeamento e gestão, tal como imposto pela Directiva. Foram assim criadas Administrações de Região Hidrográfica (ARH) em conformidade com o quadro da especificidade das bacias hidrográficas, dos sistemas aquíferos nacionais e das bacias compartilhadas com Espanha e ainda das características próprias das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira (*ver Quadro 2, página 22*).

A Lei da Água estabelece, no artigo 3º, que a gestão dos recursos hídricos deve observar, entre outros, aos seguintes princípios:

- princípio do valor social da água, que consagra o seu acesso universal para as necessidades humanas básicas, como é o abastecimento público de água, a custo socialmente aceitável, e sem constituir factor de discriminação ou exclusão;
- princípio do valor económico da água, no qual se consagra o reconhecimento da escassez actual ou potencial deste recurso e a necessidade de garantir a sua utilização economicamente eficiente, com a recuperação dos custos dos serviços de águas, mesmo em termos ambientais e de recursos, e tendo por base os princípios do poluidor-pagador e do utilizador-pagador;
- princípio da prevenção, por força do qual as acções com efeitos negativos no ambiente devem ser consideradas antecipadamente, por forma a eliminar as próprias causas de alteração do ambiente ou reduzir os seus impactes quando tal não seja possível;
- princípio da correcção, prioritariamente na fonte, dos danos causados ao ambiente, e da imposição ao emissor poluente de medidas de correcção e recuperação, bem como dos respectivos custos.

Ao nível de região hidrográfica, cabe às instituições da Administração Pública, designadamente às ARH, as atribuições de gestão das águas, incluindo o respectivo planeamento, licenciamento e fiscalização. A nível nacional, cabe ao Instituto da Água (INAG), enquanto representante do Estado, o assumir das funções reguladoras e coordenadoras relativamente aos recursos hídricos, enquanto Autoridade Nacional da Água.

Devem ser ainda atendidas as funções das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e o papel do Conselho Nacional da Água e dos Conselhos de Região Hidrográfica. De acordo com a presente Lei da Água, os Municípios (directamente interessados) podem integrar os Conselhos da Região Hidrográfica (órgãos consultivos da Região Hidrográfica) e nos aglomerados urbanos é da sua responsabilidade a execução, sob orientação da correspondente ARH, das medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica.

### **2.2.1 Ordenamento e planeamento dos recursos hídricos e sua protecção e valorização**

O ordenamento e planeamento dos recursos hídricos visam compatibilizar, de forma integrada, a utilização sustentável desses recursos com a sua protecção e valorização qualitativa e quantitativa das águas. As medidas de ordenamento e planeamento dos recursos hídricos têm como âmbito de intervenção, para além dos seus próprios limites geográficos, o território envolvente<sup>7</sup> com incidência nesses recursos e as

---

<sup>7</sup> Território envolvente com incidência nos recursos hídricos incide nas margens dos lagos e albufeiras de águas públicas e as orlas costeiras e estuarinas nas quais importa impor regras de harmonização das suas diversas utilizações com a preservação dos recursos e meios hídricos - n.º 2, do artigo 15, da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro.

zonas objecto de medidas de protecção dos mesmos<sup>8</sup>. Podem também vir a ser objecto dessas medidas de protecção determinadas áreas, nomeadamente partes de bacias, aquíferos ou massas de água que, pelas suas características naturais e valor ambiental, económico ou social, assumam especial interesse público.

O ordenamento e o planeamento dos recursos hídricos processam-se através de planos especiais de ordenamento do território, planos de recursos hídricos e de medidas de protecção e valorização dos recursos hídricos. O ordenamento dos recursos hídricos deve compatibilizar a sua utilização com a protecção e valorização desses recursos, assim como com a protecção de pessoas e bens contra fenómenos associados aos mesmos recursos. Os planos especiais de ordenamento do território apresentam como objectivo principal a protecção e valorização dos recursos hídricos visando a concretização de planos de ordenamento de albufeiras de águas públicas, orla costeira e estuários.

Por sua vez, o planeamento das águas visa fundamentar e orientar a protecção e a gestão das águas, e a compatibilização das suas utilizações com as suas disponibilidades. Pretende-se, assim, instituir um sistema de planeamento integrado das águas, adaptado às características próprias das bacias e das regiões hidrográficas, que vise garantir a sua utilização sustentável, assegurando a satisfação das necessidades das gerações actuais sem comprometer a possibilidade de satisfazer as necessidades das gerações futuras, e que assegure a harmonização da gestão das águas com o desenvolvimento regional e as políticas sectoriais, os direitos individuais e os interesses locais, e que fixe normas de qualidade ambiental e critérios relativos ao estado das águas. O planeamento das águas é concretizado através do Plano Nacional da Água que abrange todo o território nacional, e através dos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica (PGBH) que abrangem as bacias hidrográficas integradas numa região hidrográfica. Os PGBH incluem os respectivos programas de medidas e os planos específicos de gestão de águas, que ao nível territorial abrangem uma sub-bacia ou uma área geográfica específica, ou de âmbito sectorial quando abrangem um problema, tipo de água, aspecto específico ou sector de actividade económica, com interacção significativa com as águas.

Os programas de medidas visam a concretização do quadro normativo relativo à protecção da água e à realização dos objectivos ambientais estabelecidos no PGBH. Os programas de medidas a elaborar para cada região hidrográfica compreendem medidas de base e medidas suplementares, adaptadas às características da bacia, ao impacte da actividade humana no estado das águas superficiais e subterrâneas e que sejam justificadas pela análise económica das utilizações da água e pela análise custo-eficácia dos condicionamentos e restrições a impor a essas utilizações.

---

<sup>8</sup> Zonas objecto de medidas de protecção dos recursos hídricos compreendem os perímetros de protecção e as áreas adjacentes às captações de água para consumo humano, as áreas de infiltração máxima para recarga de aquíferos e as áreas vulneráveis à poluição por nitratos de origem agrícola - n.º 3, do artigo 15, da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro.



A Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro estabelece, igualmente, um conjunto de medidas para sistemática protecção e valorização dos recursos hídricos, complementares das constantes dos planos de gestão de bacia hidrográfica. Essas medidas têm por objectivo:

- a) a conservação e reabilitação da rede hidrográfica, da zona costeira e dos estuários e das zonas húmidas;*
- b) a protecção dos recursos hídricos nas captações, zonas de infiltração máxima e zonas vulneráveis;*
- c) a regularização de caudais e a sistematização fluvial;*
- d) a prevenção e a protecção contra riscos de cheias e inundações, de secas, de acidentes graves de poluição e de rotura de infra-estruturas hidráulicas.*

A elaboração e revisão dos instrumentos de planeamento e de ordenamento dos recursos hídricos deve atender ao regime das medidas para protecção e valorização dos recursos hídricos, bem como das zonas de intervenção.

### **2.2.2 Objectivos ambientais e monitorização das águas**

A Lei da Água estabelece o enquadramento para a gestão das águas superficiais, designadamente as águas interiores, de transição e costeiras, e das águas subterrâneas, por forma a proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos e promover uma utilização sustentável de água, baseada numa protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis, particularmente ao nível de água de origem superficial e subterrânea e, ainda, ao nível das zonas protegidas.

Os objectivos ambientais para as águas superficiais e subterrâneas, definidos nos artigos 45º, 46º, 47º e 48º, são prosseguidos através da aplicação dos programas de medidas especificados nos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica. As medidas devem permitir alcançar os objectivos ambientais definidos referentes ao bom estado e bom potencial das massas de água, o mais tardar até ao ano de 2015, sem prejuízo das prorrogações e derrogações previstas. No caso de mais do que um objectivo ser estabelecido para uma mesma massa de água, prevalecerá o que for mais exigente. O estado da água deverá exprimir uma ponderação adequada, necessária e proporcional dos bens e interesses associados.

O adequado estado da água, face aos vários tipos de usos, é determinado tendo em conta os fins e os objectivos, através das normas de qualidade previstas na Lei da Água e respectivas disposições complementares e, ainda, nos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica e restantes instrumentos de planeamento das águas, nas zonas especiais de protecção de recursos hídricos e nos títulos de utilização

dos recursos hídricos. Nestes instrumentos podem também ser estabelecidos parâmetros quantitativos para tipos ou usos específicos de águas.

Os objectivos ambientais para as águas superficiais são prosseguidos através da aplicação dos programas de medidas especificados nos PGBH. Devem ser aplicadas as medidas necessárias tendentes à sua protecção, melhoria e recuperação, para evitar a deterioração do estado de todas as massas de água superficiais, com o objectivo de alcançar o bom estado das massas de águas superficiais (artigo 44º). Deve ainda ser assegurada a redução gradual da poluição provocada por substâncias prioritárias e a cessação das emissões, descargas e perdas de substâncias prioritárias perigosas.

Com o intuito de alcançar o bom potencial ecológico e bom estado químico das massas de águas artificiais ou fortemente modificadas, devem ainda ser tomadas medidas que visem a protecção e melhoria do seu estado (artigo 47º). De salientar que uma massa de água superficial pode ser designada como artificial ou fortemente modificada se ocorrerem cumulativamente as duas seguintes condições: se as alterações a introduzir nas características hidromorfológicas dessa massa de água, necessárias para atingir bom estado ecológico, se revestirem de efeitos adversos significativos sobre o ambiente em geral, a capacidade de regularização de caudais, protecção contra cheias e drenagem dos solos, actividades para as quais a água esteja armazenada, incluindo o abastecimento de água potável, ou outras actividades igualmente importantes para o desenvolvimento sustentável; e se os benefícios produzidos pelas características artificiais ou fortemente modificadas da massa de água não puderem, por motivos de exequibilidade técnica ou pela desproporção dos custos, ser razoavelmente obtidos por outros meios que constituam uma melhor opção ambiental.

Tal como no caso das águas superficiais, também para as águas subterrâneas os objectivos ambientais são prosseguidos através da aplicação dos programas de medidas especificados nos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica. Deve assim ser assegurado a protecção, a melhoria e a recuperação de todas as massas de água subterrâneas, garantindo o equilíbrio entre as captações e as recargas dessas águas e, por outro lado, inverter quaisquer tendências significativas persistentes para o aumento da concentração de poluentes que resulte do impacte da actividade humana, com vista a reduzir gradualmente os seus níveis de poluição.

Por forma a alcançar o bom estado das águas subterrâneas, os estados quantitativo e químico das águas subterrâneas e a sua monitorização devem ser regulados por normas a aprovar pelo Governo. A descarga directa de poluentes nas águas subterrâneas é proibida, à excepção de descargas que não comprometam o cumprimento dos objectivos específicos estabelecidos na Lei, que podem ser autorizadas nas condições definidas por normas.

No que concerne aos objectivos para as zonas protegidas devem ser assegurados os propósitos que justificaram a criação das zonas protegidas, observando-se integralmente as disposições legais estabelecidas com essa finalidade e que garantem o controlo da poluição.

Em cada região hidrográfica devem ser identificadas todas as massas de água destinadas a captação para consumo humano que forneçam mais de 10 m<sup>3</sup> por dia em média ou que sirvam mais de 50 pessoas e, assim como, as massas de água previstas para esses fins, sendo caso disso, a sua classificação referida como zona protegida. Deve assim ser elaborado um registo de todas as zonas que tenham sido designadas como zonas que exigem protecção especial no que respeita à protecção das águas superficiais e subterrâneas ou à conservação dos habitats e das espécies directamente dependentes da água.

De acordo com a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, deve haver um programa nacional de monitorização do estado das águas superficiais e subterrâneas e das zonas protegidas que permita uma análise do estado em cada região hidrográfica (artigo 54º). As Administrações das Regiões Hidrográficas devem assegurar a homogeneidade e o controlo de qualidade, a protecção de dados, e a operacionalidade e a actualização da informação colhida pelas redes de monitorização. Para as águas superficiais o programa deve incluir o volume e o nível de água, ou o caudal, na medida em que seja relevante para a definição do estado ecológico e químico e do potencial ecológico, bem como os parâmetros de caracterização do estado ecológico, químico e potencial ecológico. Por sua vez, para as águas subterrâneas o programa deve incluir a monitorização do estado químico e do estado quantitativo.

### **2.2.3 Utilização dos recursos hídricos**

Compete às Administrações das Regiões Hidrográficas, através dos seus órgãos e serviços, entre outros aspectos, assegurar a emissão de títulos de utilização dos recursos hídricos, fiscalizar essa mesma utilização e aplicar o regime económico e financeiro nas bacias hidrográficas da área de jurisdição. Ao abrigo do princípio da precaução e da prevenção, as actividades que tenham um impacte significativo no estado das águas só podem ser desenvolvidas desde que ao abrigo de um título de utilização (artigo 56º).

Cabe aos utilizadores dos recursos hídricos o dever de actuar diligentemente, tendo em conta as circunstâncias, de modo a evitar qualquer perturbação do estado da água, em especial, qualquer contaminação ou alteração adversa das suas capacidades funcionais, assim como obter um uso económico da água sustentável e compatível com a manutenção da integridade dos recursos hídricos. A utilização comum dos recursos hídricos do domínio público, definida no artigo 58º, da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro refere que os recursos hídricos do domínio público são de uso e fruição comum, não estando este uso e fruição sujeito a título de utilização, desde que seja feito no respeito da lei geral e dos

condicionamentos definidos nos planos aplicáveis e não produza alteração significativa da qualidade e da quantidade da água.

De acordo com o disposto no artigo 59º, da Lei da Água considera-se utilização privativa dos recursos hídricos do domínio público, aquela em que alguém obtiver para si a reserva de um maior aproveitamento desses recursos do que a generalidade dos utentes, ou aquela que implicar alteração no estado dos mesmos recursos ou colocar esse estado em perigo. O direito de utilização privativa de domínio público só pode ser atribuído por licença ou por concessão, qualquer que seja a natureza e a forma jurídica do seu titular, não podendo ser adquirido por usucapião ou por qualquer outro título.

Verifica-se assim que se encontram sujeitas a licença prévia as utilizações privativas dos recursos hídricos do domínio público, destacando-se em particular, a rejeição de águas residuais, a imersão de resíduos, a implantação de infra-estruturas hidráulicas, a instalação de infra-estruturas e equipamentos flutuantes, a extracção de inertes, entre outras (artigo 60º). À prévia concessão estão sujeitas as utilizações privativas dos recursos hídricos do domínio público de captação de água para abastecimento público, para produção de energia e para rega de área superior a 50 ha, e a implantação de infra-estruturas hidráulicas que se destinem a esse fim (artigo 61º). Note-se ainda que a utilização de águas particulares está sujeita a “autorização” prévia de utilização de recursos (artigo 62º), nomeadamente na realização de construções, implantação de infra-estruturas hidráulicas e captação de água. Carece ainda de autorização prévia todas as actividades que alterem o estado das massas de águas.

#### **2.2.3.1 Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro**

A Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro estabelece a titularidade dos recursos hídricos, definindo que os recursos hídricos compreendem as águas, abrangendo os respectivos leitos e margens, zonas adjacentes, zonas de infiltração máxima e zonas protegidas. Em função da titularidade, os recursos hídricos compreendem os recursos dominiais, ou pertencentes ao domínio público, e os recursos patrimoniais, pertencentes a entidades públicas ou particulares.

Assim, o domínio público hídrico compreende o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas, podendo pertencer ao Estado, às Regiões Autónomas e aos municípios e freguesias.

O domínio público marítimo compreende: as águas costeiras e territoriais; as águas interiores sujeitas à influência das marés, nos rios, lagos e lagoas; o leito das águas costeiras e territoriais e das águas interiores sujeitas à influência das marés; os fundos marinhos contíguos da plataforma continental, abrangendo toda

a zona económica exclusiva e as margens das águas costeiras e das águas interiores sujeitas à influência das marés. A titularidade do domínio público marítimo pertence ao Estado.

O domínio público lacustre e fluvial compreende: cursos de água navegáveis ou fluviáveis, com os respectivos leitos, e ainda as margens pertencentes a entes públicos; lagos e lagoas navegáveis ou fluviáveis, com os respectivos leitos, e ainda as margens pertencentes a entes públicos; cursos de água não navegáveis nem fluviáveis, com os respectivos leitos e margens, desde que localizados em terrenos públicos, ou os que por lei sejam reconhecidos como aproveitáveis para fins de utilidade pública, como a produção de energia eléctrica, irrigação, ou canalização de água para consumo público; canais e valas navegáveis ou fluviáveis, ou abertos por entes públicos, e as respectivas águas; albufeiras criadas para fins de utilidade pública, nomeadamente produção de energia eléctrica ou irrigação, com os respectivos leitos; lagos e lagoas não navegáveis ou fluviáveis, com os respectivos leitos e margens, formados pela natureza em terrenos públicos; lagos e lagoas circundados por diferentes prédios particulares ou existentes dentro de um prédio particular, quando tais lagos e lagoas sejam alimentados por corrente pública; cursos de água não navegáveis nem fluviáveis nascidos em prédios privados, logo que transponham abandonados os limites dos terrenos ou prédios onde nasceram ou para onde foram conduzidos pelo seu dono, se no final forem lançar-se no mar ou em outras águas públicas. O domínio público lacustre e fluvial pertence ao Estado ou, nas Regiões Autónomas, à respectiva Região, salvo quando os lagos e lagoas estão situados integralmente em terrenos municipais ou em terrenos baldios e de logradouro comum municipal ou integralmente em terrenos das freguesias ou em terrenos baldios e de logradouro comum paroquiais.

Por sua vez, o domínio público hídrico das restantes águas compreende: as águas nascidas e águas subterrâneas existentes em terrenos ou prédios públicos; águas nascidas em prédios privados, logo que transponham abandonadas os limites dos terrenos ou prédios onde nasceram ou para onde foram conduzidas pelo seu dono, se no final forem lançar-se no mar ou em outras águas públicas; águas pluviais que caiam em terrenos públicos ou que, abandonadas, neles corram; águas pluviais que caiam em algum terreno particular, quando transpuserem abandonadas os limites do mesmo prédio, se no final forem lançar-se no mar ou em outras águas públicas; águas das fontes públicas e dos poços e reservatórios públicos, incluindo todos os que vêm sendo continuamente usados pelo público ou administrados por entidades públicas.

O diploma define, entre outros aspectos relacionados com a titularidade dos recursos hídricos, alguns conceitos importantes para a definição e delimitação do domínio hídrico, tais como: noção de leito; seus limites, noção de margem; sua largura, leitos e margens privados de águas públicas; recuo das águas; avanço das águas; zonas adjacentes. Este diploma veio igualmente reformular, no artigo 17º, alguns aspectos do seu regime jurídico, atribuindo ao Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional a iniciativa de promover a constituição de comissões de delimitação.

### 2.2.3.2 Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de Outubro

O Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de Outubro estabelece o regime a que fica sujeito o procedimento de delimitação do domínio público hídrico. A delimitação do domínio público hídrico é o procedimento administrativo pelo qual é fixada a linha que define a extrema dos leitos e margens do domínio público hídrico confinantes com terrenos de outra natureza. O procedimento de delimitação de iniciativa pública inicia-se sob impulso do Instituto da Água, I. P., podendo ainda ser requerida a abertura de um procedimento de delimitação de iniciativa pública:

- a) pela Administração da Região Hidrográfica (ARH), I. P., com jurisdição na área em causa, ou do organismo regional com competência correspondente;*
- b) pela autoridade marítima, na área da sua jurisdição;*
- c) pelas entidades a quem for delegada competência para a gestão dos recursos hídricos envolvidos;*
- d) pelas autarquias locais, quanto à delimitação dos leitos e margens dominiais de que são titulares ou cuja gestão assegurem.*

Neste âmbito, a delimitação do domínio público tem especial relevância na adopção de medidas de protecção contra zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias. Constituem zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias as áreas contíguas à margem dos cursos de água ou do mar que se estendam até à linha alcançada pela maior cheia com probabilidade de ocorrência num período de retorno de um século.

Os instrumentos de planeamento de recursos hídricos e de gestão territorial devem demarcar as zonas inundáveis ou ameaçadas por cheias. Na ausência, ou até à aprovação da delimitação e classificação das zonas inundáveis ou ameaçadas por cheias, devem os instrumentos de planeamento territorial estabelecer as restrições necessárias, estando sujeitos a parecer vinculativo da Administração da Região Hidrográfica competente o licenciamento de operações de urbanização ou edificação, quando se localizem dentro do limite da cheia, com período de retorno de 100 anos, ou de uma faixa de 100 m para cada lado da linha de água, quando se desconheça aquele limite.

### 2.2.3.3 Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio

A Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, em articulação com Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, ao abrigo do princípio da precaução e da prevenção, estabelece um quadro normativo que determina que as actividades que tenham um impacte significativo no estado das águas só podem ser desenvolvidas desde que ao abrigo de título de utilização. A emissão de títulos de recursos hídricos decorre da aplicação do

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, relativo à utilização de recursos hídricos. Este regime de utilização dos recursos hídricos impõe aos titulares de licença ou concessão um sistema de autocontrolo ou programa de monitorização das respectivas utilizações e às Administrações de Região Hidrográfica a monitorização do meio com interferência com os recursos hídricos. A titularidade dos recursos hídricos encontra-se associada à autorização prévia, a licença prévia e à prévia concessão.

Verifica-se que a utilização de águas particulares está sujeita a autorização prévia de utilização de recursos, nomeadamente na realização de construções, implantação de infra-estruturas hidráulicas e captação de águas e, ainda de todas as actividades que alterem o estado das massas de águas.

Carece de emissão de licença prévia às utilizações privativas dos recursos hídricos mencionadas na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro e, ainda a realização de trabalhos de pesquisa e construção para captação de águas subterrâneas no domínio e a produção de energia eléctrica a partir da energia das ondas do mar, quando a potência instalada não ultrapasse 25 MW.

À prévia concessão estão sujeitas as utilizações privativas dos recursos hídricos do domínio público de captação de água para abastecimento público, para produção de energia e para rega de área superior a 50 ha, e a implantação de infra-estruturas hidráulicas que se destinem a esse fim, definidas na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, acrescidas das especificidades legais das utilizações relacionadas com implantação de serviços de apoio à navegação marítima ou fluvial; as infra-estruturas e equipamentos de apoio à navegação de uso público; a implantação de equipamentos industriais ou de outras infra-estruturas que impliquem investimentos avultados; a utilização dos recursos hídricos do domínio público marítimo para produção de energia eléctrica a partir da energia das ondas do mar com uma potência instalada superior a 25 MW; e com a instalação e exploração simultânea de equipamentos e de apoios de praia referidos.

As disposições legais de cada título encontram-se definidas nas respectivas subsecções do Decreto-Lei, assim como as restantes vicissitudes relativas aos títulos de utilização dos recursos hídricos encontram-se estipuladas e na Secção III, do Capítulo I, do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, nomeadamente no que se refere à transmissão e transacção dos títulos (Subsecção I) e, controlo, modificação e cessação dos títulos (Subsecção II). Por sua vez, o Capítulo II, do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, estipula as disposições normativas relativas ao título das várias tipologias de utilização dos recursos hídricos. Este diploma prevê ainda uma Subsecção relativa aos aspectos da fiscalização e contra-ordenacionais sobre a utilização dos recursos hídricos.

#### **2.2.3.4 Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro**

A Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro regula um conjunto de matérias sobre o regime da utilização dos recursos hídricos, previamente estabelecidas no Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio. Os pedidos de emissão de títulos de utilização dos recursos hídricos e a comunicação prévia de utilização são instruídos de acordo com os elementos definidos na Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro, acrescidos da descrição detalhada da utilização pretendida e dos elementos constantes do Anexo I da referida Portaria.

De referir que, após a devida instrução do processo, cabe às ARH competentes, emitir o título de utilização dos recursos hídricos que deverão conter um conjunto de elementos previsto para cada um dos títulos, acrescido pelos demais elementos constantes do Anexo II, da Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro, que sejam respectivamente aplicáveis às especificidades de cada utilização.

Por último, o Anexo III da Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro encontra-se articulado com o disposto nos artigos 60º e 69º, do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, no que se refere à determinação das características e composição dos materiais dragados, para efeitos de dragagem e eliminação, integrando a imersão e os materiais de recarga de praias e assoreamentos artificiais com vista à utilização balnear.

#### **2.2.4 Regime económico e financeiro**

A Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, face às prerrogativas da Directiva Quadro da Água, impôs também a alteração do regime económico-financeiro aplicável à utilização das águas, pela necessidade, não apenas de assegurar a internalização dos custos decorrentes das actividades susceptíveis de causar um impacto negativo no estado de qualidade e quantidade das águas, como também pela necessidade de assegurar a recuperação dos custos das prestações públicas que proporcionem vantagens aos utilizadores ou garantam a qualidade e a quantidade das águas utilizadas, neles se incluindo os custos de escassez.

Assim, os utilizadores dos recursos hídricos que utilizem bens do domínio público e todos os utilizadores de recursos hídricos públicos ou particulares, que beneficiem de prestações públicas que lhes proporcionem vantagens ou que envolvam a realização de despesas públicas, estão sujeitos ao pagamento de uma Taxa de Recursos Hídricos (TRH), cuja aplicação se prevê que seja gradual no tempo. Esta taxa tem como bases de incidência objectiva e separadas (artigo 78º), designadamente:



- a) a utilização privativa de bens do domínio público hídrico, tendo em atenção o montante do bem público utilizado e o valor económico desse bem;*
- b) as actividades susceptíveis de causarem um impacto negativo significativo no estado de qualidade ou quantidade de água, internalizando os custos ambientais associados a tal impacto e à respectiva recuperação.*

As receitas obtidas com o produto da taxa de recursos hídricos são aplicadas (artigo 79º) no financiamento das actividades que tenham por objectivo melhorar a eficiência do uso da água e a qualidade dos recursos hídricos; no financiamento das acções de melhoria do estado das águas e dos ecossistemas associados; na cobertura da amortização dos investimentos e dos custos de exploração das infra-estruturas necessárias ao melhor uso da água e na cobertura dos serviços de administração e gestão dos recursos hídricos, objecto de utilização e protecção. A taxa é cobrada pelas autoridades licenciadoras, quando da emissão dos títulos de utilização que lhe der origem e, periodicamente, nos termos fixados por estes títulos (artigo 80º).

Por sua vez, os utilizadores de serviços públicos de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais, actividades desenvolvidas pelas entidades gestoras, ficam sujeitos a uma tarifa de serviços das águas. A tarifa visa, de acordo com o artigo 82º, assegurar tendencialmente e em prazo razoável a recuperação do investimento inicial e de eventuais novos investimentos de expansão, modernização e substituição, deduzidos da percentagem das participações e subsídios a fundo perdido; assegurar a manutenção, a reparação e a renovação de todos os bens e equipamentos afectos ao serviço, bem como o pagamento de outros encargos obrigatórios, onde se inclui nomeadamente a taxa de recursos hídricos; assegurar a eficácia dos serviços num quadro de eficiência da utilização dos recursos necessários e tendo em atenção a existência de receitas não provenientes de tarifas.

De salientar que o regime de tarifas a praticar pelas empresas concessionárias de serviços públicos de águas, visa ainda assegurar o equilíbrio económico-financeiro da concessão através de uma adequada remuneração dos capitais próprios da concessionária, nos termos do respectivo contrato de concessão e do cumprimento dos critérios definidos nas bases legais aplicáveis e das orientações definidas pelas entidades reguladoras.

#### **2.2.4.1 Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho**

O regime económico e financeiro dos recursos hídricos, definido na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, encontra-se estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho. O regime económico e financeiro dos recursos hídricos obedece ao princípio da utilização sustentável dos recursos hídricos, devendo todos os instrumentos que o integram ser concebidos e aplicados de modo a garantir a gestão sustentável dos

recursos hídricos através da interiorização tendencial dos custos e benefícios que estão associados à utilização da água. Para além da taxa de recursos hídricos, o presente diploma disciplina ainda outros dois instrumentos de grande importância na gestão sustentável da água: as tarifas dos serviços públicos de águas e os contratos-programa relativos a actividades de gestão dos recursos hídricos.

A taxa de recursos hídricos visa compensar o benefício que resulta da utilização privativa do domínio público hídrico, o custo ambiental inerente às actividades susceptíveis de causar um impacto significativo nos recursos hídricos, bem como os custos administrativos inerentes ao planeamento, gestão, fiscalização e garantia da quantidade e qualidade das águas. De acordo com o estipulado no artigo 4º, do Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho, a Taxa de Recursos Hídricos incide sobre as seguintes utilizações dos recursos hídricos:

- a) a utilização privativa de águas do domínio público hídrico do Estado;*
- b) a descarga, directa ou indirecta, de efluentes sobre os recursos hídricos, susceptível de causar impacto significativo;*
- c) a extracção de materiais inertes do domínio público hídrico do Estado;*
- d) a ocupação de terrenos ou planos de água do domínio público hídrico do Estado;*
- e) a utilização de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, sujeitas a planeamento e gestão públicos, susceptível de causar impacto significativo.*

Neste contexto a base tributável da taxa de recursos hídricos é constituída pelo somatório de 5 componentes, de acordo com a seguinte expressão:

$$TRH = A + E + I + O + U$$

Onde,

*A - Componente de utilização de águas do domínio público hídrico do Estado.*

*E - Componente de descarga de efluentes.*

*I - Componente de extracção de inertes do domínio público hídrico do Estado.*

*O - Componente de ocupação do domínio público hídrico do Estado.*

*U - Componente de utilização de águas sujeitas a planeamento e gestão públicos.*

Encontram-se sujeitos ao regime de tarifas todos os utilizadores dos serviços públicos de águas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais, independentemente da forma de gestão que neles seja adoptada.

Por sua vez, os contratos-programa relativos a actividades de gestão dos recursos hídricos são celebrados entre a administração central e as autarquias locais, respectivas associações, empresas concessionárias, entidades privadas, cooperativas ou associações de utilizadores, subordinam-se aos princípios e regras constantes da Lei da Água, sem prejuízo da legislação que lhes seja directamente aplicável.

### **2.2.5 Informação e participação do público**

Compete ao Estado, através da Autoridade Nacional da Água (INAG) e das respectivas Administrações de Região Hidrográfica, promover a participação activa das pessoas singulares e colectivas na execução da Lei da Água, especialmente na elaboração, revisão e actualização dos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica, assim como assegurar a divulgação das informações sobre as águas ao público em geral e em especial aos utilizadores dos recursos hídricos (artigo 84º).

A informação sobre as águas compreende, sob qualquer forma de expressão e em todo o tipo de suporte material (artigo 85º), os elementos relativos: ao estado das massas de água, abrangendo, para este efeito, os ecossistemas terrestres e aquáticos e as zonas húmidas directamente dependentes dos ecossistemas aquáticos; aos factores, actividades ou decisões destinados a proteger as massas de água e os referidos ecossistemas e zonas húmidas, ou que os possam afectar, incluindo quaisquer elementos sobre as respectivas consequências para a saúde pública e a segurança das pessoas e aos planos, programas e estudos em que se apoiam as decisões das autoridades competentes, com incidência nas massas de água.

A gestão integrada das informações sobre as águas, incluindo a sua recolha, organização, tratamento, arquivamento e divulgação, é assegurada pela Autoridade Nacional da Água, através de um sistema nacional de informação das águas. Incumbe assim ao INAG criar uma rede nacional de informações respeitantes às águas e disponibilizá-la, tanto das entidades que tenham responsabilidades, exerçam funções públicas ou prestem serviços públicos directa ou indirectamente relacionados com as águas, como da comunidade técnica e científica e do público em geral (artigo 87º).

Neste contexto o Sistema Nacional de Informação dos Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos deve incluir o registo e a caracterização sumária de todas as concessões, licenças e autorizações de utilização, qualquer que seja a entidade emissora, devendo conter os direitos e as obrigações dos utilizadores e os critérios legais da emissão e fiscalização da utilização, em ordem a assegurar a coerência e a transparência na aplicação do regime de utilização dos recursos hídricos (artigo 73º).

### **2.2.6 Fiscalização e sanções**

De acordo com o definido no artigo 89º, da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, concerne aos organismos de Administração Pública observar o princípio da precaução e da prevenção, sem prejuízo de fiscalização das actividades que envolverem utilização dos recursos hídricos. Na aplicação da presente Lei, a verificação do cumprimento das normas previstas pode revestir a forma de fiscalização e inspecção.

A fiscalização compete às ARH com jurisdição na área da utilização e às demais entidades a quem for conferida legalmente competência para o licenciamento da utilização dos recursos hídricos nessa área, cabendo-lhes igualmente a competência para a instauração, a instrução e o sancionamento dos processos de contra-ordenações por infracções cometidas na sua área de jurisdição. Colaboram na acção fiscalizadora as autoridades policiais ou administrativas com jurisdição na área, devendo prevenir as infracções ao disposto nesta lei e participar as transgressões de que tenham conhecimento. As entidades fiscalizadoras devem manter um registo público das queixas e denúncias recebidas e do encaminhamento dado às mesmas. Por sua vez, a inspecção compete à Inspecção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território.

O regime especial de contra-ordenações, e consequentes embargos administrativos e sanções acessórias pelas infracções às normas estipuladas na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro e dos actos legislativos nela previstos é definido em normativo próprio, em particular da Lei-quadro da Contra-ordenações Ambientais (Lei nº 50/2006, de 29 de Agosto) e do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio.

# **Capítulo 3**

## **Albufeira da Aguieira**

### 3. Albufeira da Aguieira

A Albufeira da Aguieira situa-se na Região Centro de Portugal, insere-se na bacia hidrográfica do rio Mondego e abrange os Municípios de Carregal do Sal, Mortágua, Penacova, Santa Comba Dão, Tábua e Tondela. A Albufeira da Barragem da Aguieira foi classificada como albufeira de águas públicas protegida pelo Decreto Regulamentar n.º 2/88, de 20 de Janeiro. A Barragem da Aguieira, localizada no rio Mondego, foi construída em 1981, no limite entre o Município de Penacova e o Município de Mortágua, sendo que a Albufeira ocupa uma área de 2000 ha.

O binómio “Barragem – Albufeira” da Aguieira, constitui um empreendimento hidráulico de fins múltiplos, cujas principais finalidades incidem no controlo de cheias, na produção de energia eléctrica e no abastecimento de água à rega, indústria e ao sector doméstico e público. Dada a sua importância para a Região e sua envolvente, quer a nível sócio-económico, quer também a nível ambiental, a Albufeira tem sido alvo de um conjunto de normativos legais que visam a protecção e melhoria da sua massa de água. Neste contexto constata-se uma incidência de normativos sobre planos de gestão, planeamento e ordenamento, designadamente o Plano da Bacia Hidrográfica do Mondego, o Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas e o Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira, com especial enfoque para a gestão e planeamento dos recursos hídricos superficiais.

#### 3.1 Binómio “Barragem – Albufeira” da Aguieira

Na Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (BHRM) existem cerca de 100 barragens e açudes, dos quais apenas 14 são classificadas como grandes barragens, designadamente, Fagilde, Penhas Douradas, Covão do Meio, Covão do Curral, Covão dos Conchos, Louçainha, Lagoa Comprida, Raiva, Alto Ceira, Lagoacho, Caldeirão, Fronhas, Aguieira e Açude de Coimbra (INAG, 2001).

De entre as barragens construídas, a Aguieira assume uma importância crucial. A capacidade total de armazenamento de água na BHRM é de cerca de 530 hm<sup>3</sup>, dos quais são apenas utilizáveis cerca de 270 hm<sup>3</sup>. A diferença substancial entre a capacidade de armazenamento total e a capacidade de armazenamento útil deve-se quase exclusivamente ao modo de exploração da Albufeira da Aguieira, à qual são impostos determinados níveis de pleno armazenamento por forma a regular e controlar as cheias a jusante.

A Barragem da Aguieira é construída em betão, do tipo de abóbadas múltiplas, formada por três abóbadas de dupla curvatura, tendo a abóbada central 90 m de vão, e dois contrafortes centrais onde se situam dois descarregadores de cheias equipados, cada um, com uma comporta sector, conforme a Figura seguinte.



Fonte: [www.panoramio.com/photos/original/1803232.jpg](http://www.panoramio.com/photos/original/1803232.jpg) (Acedido em 08.09.2009)

**Figura 7: Pormenor da Barragem da Aguieira**

A Barragem apresenta 89 m de altura e tem uma capacidade de vazão de 2 vezes  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ . A espessura mínima da abóbada, no fecho, é de 4,5 m, sendo a máxima de 8 m, na base. Para além dos dois descarregadores principais de superfície, existe ainda uma descarga de fundo, equipada com uma comporta sector, cuja capacidade de vazão é de  $180 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A Barragem da Aguieira, face à sua capacidade de armazenamento, é um dos grandes aproveitamentos hidroeléctricos nacionais, encontrando-se actualmente gerida e explorada pela empresa Electricidade de Portugal, S.A..

No que se refere à componente hidroeléctrica, destaca-se o Sistema Aguieira-Raiva-Fronhas, com uma potência instalada de 110 MW e uma produtibilidade média anual estimada em 360 GWh. As barragens da Aguieira e Fronhas e o açude da Raiva constituem empreendimentos hidráulicos de fins múltiplos, cujas principais finalidades incidem no controlo de cheias, na produção de energia eléctrica e no abastecimento de água à rega, indústria e ao sector doméstico e público.

A Barragem da Aguieira permite a regularização das afluências do rio Mondego e os volumes transferidos da albufeira de Fronhas, derivados dos caudais do rio Alva. A barragem de Fronhas, com 62 m de altura, possui uma capacidade de armazenamento bruta de  $89 \text{ hm}^3$ . A barragem não dispõe de central própria, pelo que as águas do rio Alva são desviadas para a Albufeira da Barragem da Aguieira através de um túnel

com cerca de 8 km de extensão, sendo posteriormente turbinadas, primeiramente na central desta barragem e depois na central da barragem da Raiva. A barragem de Fronhas, para além do controlo de cheias, permite o reforço das disponibilidades hídricas da Aguieira, efectuando uma transferência média anual de 310 hm<sup>3</sup> (INAG, 2001).

O açude da Raiva tem igualmente como objectivo a criação de um plano de água para o contra-embalse, permitindo a modelação dos caudais descarregados da Aguieira e a bombagem de água novamente para a Albufeira de montante durante as horas de vazios, por forma a promover a turbinagem durante as horas de ponta, rentabilizando assim o aproveitamento hidroeléctrico. No Quadro seguinte apresentam-se as principais características destas infra-estruturas.

**Quadro 9: Características das barragens/albufeiras da Aguieira, Raiva e Fronhas**

<i>Designação</i>	<i>Rio</i>	<i>Barragem</i>				<i>Albufeira</i>	
		<i>Potência instalada (MVA)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>NPA (m)</i>	<i>Coroamento (m)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Volume (hm<sup>3</sup>)</i>
<i>Aguieira</i>	<i>Mondego</i>	320	89	125,0	400	2000	430
<i>Raiva</i>	<i>Mondego</i>	26	36	61,5	200	300	24
<i>Fronhas</i>	<i>Alva</i>	---	62	134,0	250	535	62

Fonte: Adaptado do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (INAG, 2001)

A produção de energia eléctrica é realizada na Barragem da Aguieira e no açude da Raiva, com potências instaladas respectivamente de 320 MVA e 26 MVA. A produção de energia pelo sistema Aguieira-Fronhas-Raiva, apresenta uma produtividade média anual estimada em 360 GWh, não considerando a bombagem da albufeira da Raiva para a Aguieira.

A Barragem da Aguieira permite a regularização das afluências do rio Mondego auxiliando na definição de caudais de defesa contra cheias. Apresenta assim um papel determinante no controlo de cheias em Coimbra e no Baixo Mondego, permitindo encaixar caudais de cheias, de modo a que o caudal de ponta de cheia centenária em Coimbra seja inferior a 1 200 m<sup>3</sup>/s.

Dada a orografia da região onde se encontra inserida a barragem da Aguieira, e face às suas características construtivas, a albufeira apresenta um Nível Pleno de Armazenamento (NPA) a uma cota de 124,7 m, e, consequentemente, uma superfície inundável ao NPA de 2000 ha e uma capacidade de cerca de 450 hm<sup>3</sup> de armazenamento bruto. O Nível de Máxima Cheia (NMC) é de 126 m e a cota do Nível Mínimo de Exploração (NME) é de 110,0 m. No Quadro seguinte apresentam-se as principais características da Albufeira da Aguieira.



**Quadro 10: Características da Albufeira da Aguieira**

<b>Designação</b>	<b>Aguieira</b>
<b>Rio</b>	<i>Mondego</i>
<b>Classificação decimal do rio</b>	701
<b>Área da bacia (km<sup>2</sup>)</b>	3 113,0
<b>Altura acima do leito (m)</b>	---
<b>Altura acima do fundo (m)</b>	89 000
<b>Tipo de regularização</b>	<i>Anual</i>
<b>Cota NPA (m)</b>	124,7
<b>Cota NMC (m)</b>	126,0
<b>Cota NME (m)</b>	110,0
<b>Capacidade de armazenamento útil (hm<sup>3</sup>)</b>	172,0
<b>Capacidade de armazenamento não utilizável útil (hm<sup>3</sup>)</b>	251,0
<b>Tipo de utilização</b>	<i>Energia eléctrica, Rega Agrícola, Abastecimento de água público e industrial</i>

Fonte: Adaptado do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (INAG, 2001)

Sob exploração da empresa Electricidade de Portugal, S.A.. existe em funcionamento um sistema de previsão de cheias em tempo real na bacia do Mondego, que permite otimizar, em situação de cheia, a operação do sistema Aguieira-Fronhas. As regras de operação da barragem da Aguieira implicam que, no período que decorre entre os princípios de Outubro e meados de Abril, o nível de água na albufeira seja mantido abaixo da cota 118 m o que corresponde a um volume de encaixe para cheias de cerca de 120 hm<sup>3</sup>. A Figura seguinte permite visualizar parte da Albufeira da Aguieira.



Fonte: [www.panoramio.com/photos/original/8863302.jpg](http://www.panoramio.com/photos/original/8863302.jpg) (Acedido em 08.09.2009)

**Figura 8: Pormenor da Albufeira da Aguieira**

Para além de permitir a regularização de caudais, o volume armazenado na Albufeira, tem como finalidade o abastecimento público de água de alguns Municípios do Baixo Mondego (Coimbra e Figueira da Foz), permitindo também servir algumas populações instaladas na área de influência da mesma. O fornecimento de água ao açude de Coimbra pelo sistema Aguieira-Fronhas-Raiva é feito através de turbinagem no açude da Raiva com caudal mínimo de 80 m<sup>3</sup>/s e por forma a satisfazer todas as necessidades de rega para jusante, designadamente para a rega do Baixo Mondego, para a actividade industrial e para o sector doméstico e público, designadamente no Município da Figueira da Foz. A par destas utilizações, a albufeira da Aguieira apresenta uma forte vertente associadas ao turismo, recreio e lazer, sendo que as actividades de recreio e lazer susceptíveis de serem praticadas incidem na prática balnear, pesca e actividades náuticas.

### **3.2 Plano da Bacia Hidrográfica do Mondego**

Por forma a estabelecer um normativo legal que visasse uma adequada gestão dos recursos hídricos, não só na envolvente à Albufeira da Aguieira, mas também na vasta área correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, foi aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 9/2002, de 1 de Março, o Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego (PBHM).

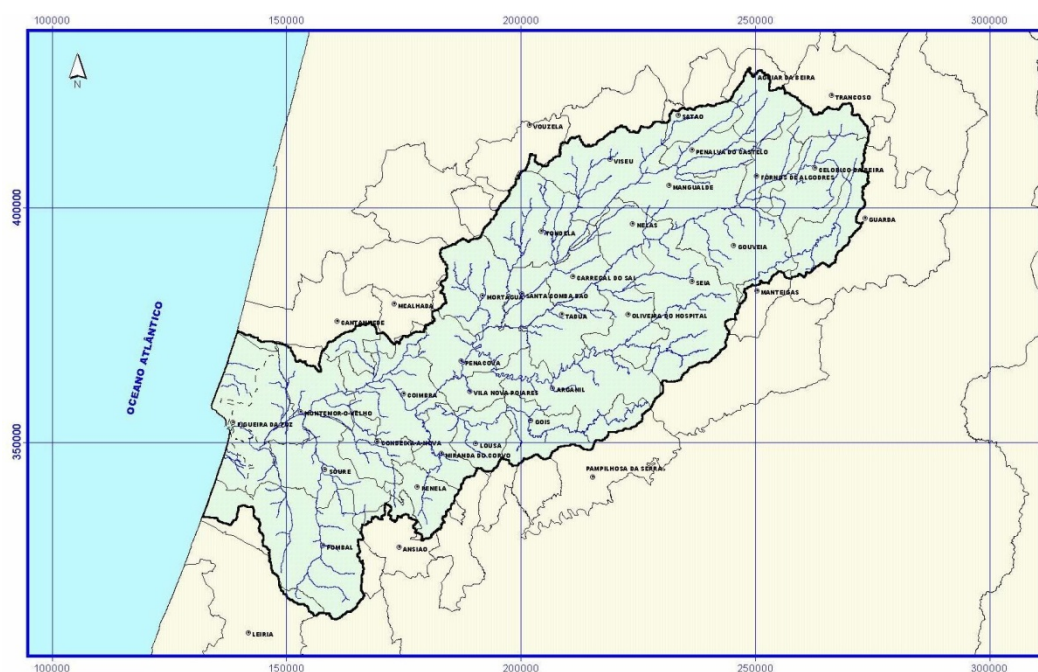
O planeamento dos recursos hídricos passa por uma correcta e adequada definição das regras de gestão dos recursos hídricos, dos meios hídricos e do domínio hídrico. Uma adequada política de planeamento dos recursos hídricos, através da aprovação de planos de recursos hídricos, permite uma gestão equilibrada através da valorização, protecção e racionalização dos seus usos, assim como, a articulação com as políticas de desenvolvimento regional e sectorial. Visando uma gestão correcta dos recursos hídricos, os planos de recursos hídricos apresentam um diagnóstico da situação existente nas bacias hidrográficas, que permitem definir objectivos ambientais de curto, médio e longo prazos, delinear propostas de medidas e acções, definir normas de orientação e estabelecer a programação física, financeira e institucional das medidas e acções adoptadas, tendo em vista a prossecução de uma política coerente e eficaz na gestão dos recursos hídricos.

Com vista ao cumprimento destes objectivos, o Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego assenta numa abordagem conjunta e interligada de aspectos técnicos, económicos, ambientais e institucionais, envolvendo a participação pública através de agentes económicos e das populações directamente interessadas, visando estabelecer, de forma estruturada e programática, uma estratégia racional de gestão e utilização da Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, em articulação com o ordenamento do território e a conservação e protecção do ambiente. Conforme o disposto no Decreto Regulamentar, o Plano apresenta

uma duração máxima de oito anos e deverá ser revisto no prazo máximo de seis anos a contar da respectiva entrada em vigor. Actualmente, o Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego encontra-se em fase de revisão.

O Plano da Bacia Hidrográfica do Mondego integra um conjunto de normas regulamentares, constituindo o instrumento orientador da gestão dos recursos hídricos nesta área. O PBHM incide sobre todos os recursos hídricos públicos e privados, e sobre as águas interiores (superficiais, subterrâneas e de transição).

O âmbito territorial do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego inclui, para além da área correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, as bacias hidrográficas das linhas de água costeiras dos concelhos de Figueira da Foz, a Norte, e de Pombal, a Sul. O Plano de Bacia engloba uma área total de 6 702 km<sup>2</sup>, sendo que 6 645 km<sup>2</sup> correspondem à área da bacia hidrográfica do Rio Mondego, e 25 km<sup>2</sup> e 32 km<sup>2</sup> correspondem às áreas das bacias das ribeiras da costa atlântica dos Municípios de Figueira da Foz e de Pombal, respectivamente (INAG, 2001). A Figura seguinte evidência o âmbito territorial do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.



Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (INAG, 2001)

### Figura 9: Âmbito territorial do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego

A Bacia Hidrográfica do Rio Mondego situa-se na Região Centro de Portugal, sendo limitada pelos paralelos 39º 46' e 40º 48', de latitude Norte e os meridianos 7º 14' e 8º 52' de longitude Oeste. Encontra-se inserida entre as bacias dos rios Vouga e Douro a Este e a Norte, e entre as bacias dos rios Tejo e Lis a Sul (INAG, 2001).

No que concerne às características hidrográficas o rio Mondego nasce na Serra da Estrela, a 1 525 m de altitude, e apresenta uma extensão de 258 km até desaguar no Oceano Atlântico junto à Figueira da Foz. Os seus principais afluentes são os rios Dão, Pranto, Alva, Ceira e Arunca.

O rio Dão nasce próximo de Aguiar da Beira, à cota 840, e conflui com o rio Mondego, na albufeira da Barragem da Aguieira. A sua bacia drena uma área de 1 377 km<sup>2</sup> e a linha de água principal vence um desnível máximo de cerca de 800 m, desenvolvendo-se ao longo de 92 km. O rio Pranto é o primeiro afluente importante da margem esquerda do rio Mondego. Embora de menores dimensões que o rio Dão, em termos de bacia hidrográfica e desenvolvimento do curso de água, atinge um desnível máximo de cerca de 200 m e desenvolve-se ao longo de 43 km. O rio Arunca, com nascente próximo da cota 320, tem uma bacia de 765 km<sup>2</sup> e desenvolve-se ao longo de 57 km. O rio Ceira tem nascente próximo da cota 1 150, conflui com o rio Mondego próximo de Coimbra, drena uma bacia hidrográfica de 737 km<sup>2</sup> e desenvolve-se ao longo de 100 km. Por último, o rio Alva que conflui com o rio Mondego a cerca de 4 km a montante de Penacova tem a sua nascente próximo de Sabugueiro, na Serra da Estrela, aproximadamente a uma cota de 1 700 m. De relevo bastante acentuado, o rio Alva vence um desnível total de cerca de 1 650 m num percurso de 111 km (INAG, 2001).

A bacia do Mondego apresenta uma forma de cariz rectangular, com eixo principal na direcção Nordeste-Sudoeste (NE-SW) e a altitude média é da ordem de 375 m. Do ponto de vista morfológico é enquadrada pela cordilheira central, no planalto da Beira Alta, que a separa da bacia do Tejo, e a Noroeste é limitada pelas serras do Caramulo (1 071 m) e do Buçaco (568 m), que a separam da bacia do rio Vouga. A serra de Lorvão, com cerca de 500 m de altitude máxima, constitui o último acidente orográfico que encaixa o rio Mondego antes de este entrar na zona de Planície (Baixo Mondego).

Os limites físicos da área territorial do Plano do Mondego não são coincidentes com os limites administrativos, sendo que dos 36 Municípios integrados no PBHM, 12 são abrangidos apenas parcialmente. De acordo com a Nomenclatura de Unidade Territorial (NUT), dos Municípios abrangidos pela Região Centro (NUT II), encontram-se os pertencentes à NUT III, designadamente, Baixo Mondego, Beira Interior Norte, Dão-Lafões, Pinhal Interior Norte e Serra da Estrela.

Convém referir que, no âmbito da caracterização biofísica, no PBHM foram definidas dez Unidades Hidrológicas Homogéneas (UHH), em função dos diferentes tipos de morfologia, clima, regime hidrológico e ocupação do solo, inseridas em três grandes unidades hidromorfológicas: Alto Mondego, Médio Mondego e Baixo Mondego (INAG, 2001).

A unidade hidromorfológica do Alto Mondego corresponde à área da bacia inserida no maciço da Serra da Estrela na qual, o rio Mondego corre ao longo de vales glaciares agrupando as bacias hidrográficas dos rios

Dão e Mortágua e do rio Alva e, ainda, um troço do rio Mondego definido entre as barragens da Aguieira e da Raiva. As Unidades Hidrológicas Homogéneas que se inserem na área do Alto Mondego são a UHH 1 – Dão e Mortágua; UHH 2 – Cabeceiras do Mondego; UHH 3 – Alva; UHH 10 – Ribeiras da Vertente NW da Serra da Estrela. O Médio Mondego corresponde à área da bacia que se localiza entre a Serra da Estrela e Coimbra, onde o rio corre entre vales encaixados que progressivamente se vão suavizando e a ele afluem os rios Dão e Alva. As UHH que se inserem na área do Médio Mondego são a UHH 4 – Ançã; UHH 5 – Sub-bacia entre Coimbra e Aguieira; UHH 8 – Ceira. Por sua vez, a unidade hidromorfológica do Baixo Mondego corresponde ao troço final a jusante de Coimbra, mais plano, de vales abertos e de planícies. Nesta zona afluem os rios Arunca, Pranto e Foja. As Unidades Hidrológicas Homogéneas que se inserem na área do Baixo Mondego são a UHH 6 – Foja; UHH 7 – Arunca e Ega; UHH 9 – Pranto.

De referir ainda que, no âmbito do PBHM, e tendo como objectivo o planeamento de recursos hídricos, foram igualmente definidas Unidades Homogéneas de Planeamento (UHP), baseadas em critérios associados à divisão administrativa, à análise espacial comparativa relativamente a aspectos sócio-económicos e de ocupação do território, acessibilidades, relevo, usos do solo, interioridade e proximidade ao litoral.

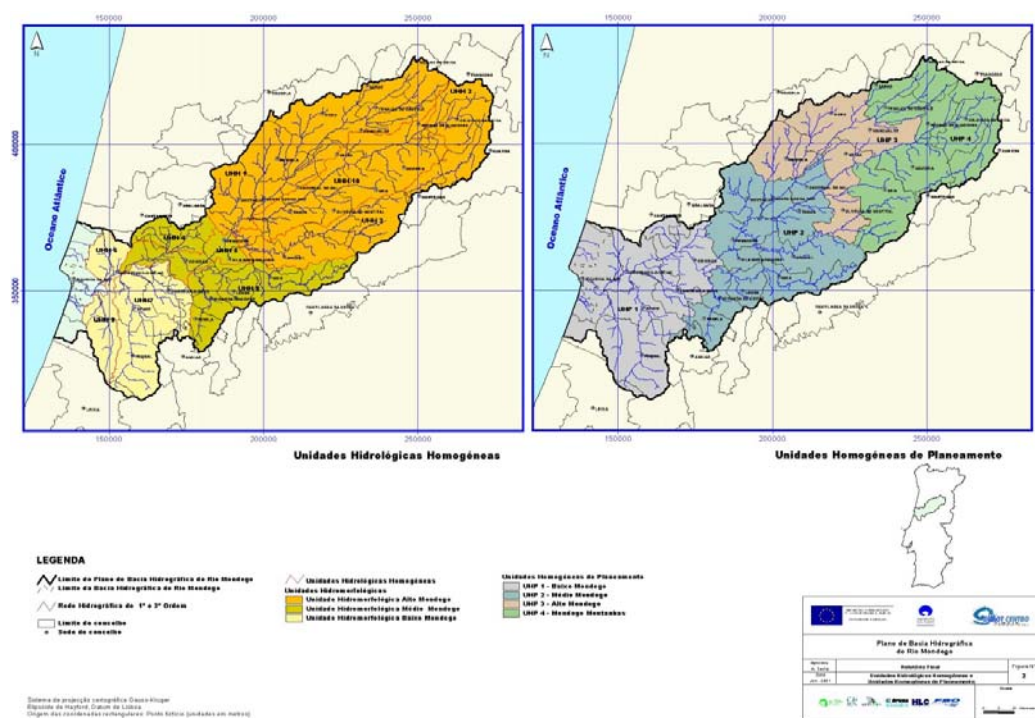
A Unidade Homogénea de Planeamento 1, designada por Baixo Mondego, refere-se à região mais perto do litoral, abrangendo a totalidade dos Municípios de Coimbra, Figueira da Foz, Montemor-o-Velho, Pombal, Soure e Condeixa-a-Nova, e parte dos Municípios de Mealhada e Cantanhede. Trata-se de uma região de boas acessibilidades e de baixo-relevo, onde a concentração de actividades económicas incide maioritariamente no sector terciário e secundário.

Designada por Médio Mondego, a UHP 2, abrange a totalidade dos Municípios de Arganil, Carregal do Sal, Góis, Miranda do Corvo, Mortágua, Penacova, Penela, Santa Comba Dão, Tábua e Vila Nova de Poiares, e parte dos Municípios de Ansião e Pampilhosa da Serra.

A UHP 3, denominada por Alto Mondego abrange a totalidade dos Municípios de Viseu, Mangualde, Nelas, Oliveira do Hospital e Tondela. É uma região de boas acessibilidades onde o sector terciário e secundário apresentam grande expressão.

A Unidade Homogénea de Planeamento 4, referenciada como Mondego Montanhas, abrange a totalidade dos Municípios Celorico da Beira, Forno de Algodres, Gouveia, Penalva do Castelo, Sátão e Seia, e parte dos concelhos de Aguiar da Beira, Guarda e Trancoso.

A Figura seguinte representa graficamente as Unidades Hidrológicas Homogéneas e as Unidades Homogéneas de Planeamento relativas ao Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.



Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (INAG, 2001)

**Figura 10: UHH e UHP do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego**

O Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego é constituído pelo Relatório do Plano e respectivo Anexo Cartográfico, pelas Normas Regulamentares, por um conjunto de relatórios complementares e, ainda, pelo Sistema de Informação Geográfica do Plano.

O PBH do rio Mondego apresenta um desenvolvimento estruturado em torno dos 5 sub-sistemas, designadamente, hidrológico, sócio-económico, ambiental, infra-estrutural, institucional e financeiro-fiscal. Cada um destes sub-sistemas foi desenvolvido de uma forma integrada dentro dos objectivos comuns de gestão dos recursos hídricos, com o intuito da racionalização da utilização dos recursos hídricos e das infra-estruturas que assegurem essa utilização, salvaguardando a conservação dos ecossistemas e demais recursos ambientais e a optimização dos recursos financeiros a mobilizar para assegurar a satisfação das necessidades dos vários sectores utilizadores. Da sistematização, interpretação e cruzamento da informação referente a cada um desses sub-sistemas o Plano apresenta o seguinte faseamento: 1ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Referência; 2ª Fase – Definição e Avaliação de Objectivos; 3ª Fase – Estratégias, Medidas e Acções; 4ª Fase – Prognóstico para os Cenários de Desenvolvimento; 5ª Fase – Programação Física e Financeira e 6ª Fase – Normas Regulamentares para a aplicação do Plano.

### 3.3 Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 34/89, de 8 de Setembro, foi determinante na elaboração do Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Albufeiras da Aguieira, Coiço e Fronhas (PROZAG). A elaboração deste plano observou uma estratégia de desenvolvimento, procurando criar alternativas complementares à agricultura, sobretudo no campo do turismo, de forma a evitar o êxodo das populações, aproveitando as albufeiras existentes e estabelecendo regras disciplinadoras do uso do solo, por forma a garantir o seu correcto aproveitamento.

O Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas foi aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 22/92, de 25 de Setembro. O PROZAG abrange a parte do território dos Municípios de Arganil, Carregal do Sal, Mortágua, Penacova, Santa Comba Dão e Tábua, visando o ordenamento e planeamento de acções com incidência, directa ou indirecta, na ocupação, uso ou transformação do solo a praticar ou desenvolver por qualquer entidade no território abrangido pelo Plano. De acordo com o disposto no artigo 2º, do Decreto Regulamentar n.º 22/92, de 25 de Setembro constituem objectivos do PROZAG:

- a) estabelecer uma estratégia de desenvolvimento equilibrado que compatibilize as políticas de desenvolvimento definidas nos Subprogramas de Desenvolvimento Regional respectivamente Dão-Lafões e Pinhal Interior;*
- b) criar alternativas complementares à agricultura, sobretudo no campo do turismo, de modo a evitar o êxodo das populações, aproveitando de um modo correcto as albufeiras existentes;*
- c) estabelecer o zonamento do espaço que compatibilize a salvaguarda dos valores naturais e culturais e do desenvolvimento integrado do território;*
- d) estabelecer as condições de ordenamento biofísico necessárias à salvaguarda do equilíbrio ecológico das respectivas albufeiras;*
- e) constituir um enquadramento regional aos planos municipais de ordenamento do território e às acções de planeamento sectoriais;*
- f) servir de suporte à gestão do território, na ausência de outros planos de ordenamento.*

Conforme estipulado no Decreto Regulamentar n.º 22/92, de 25 de Setembro, o PROZAG vincula todas as entidades privadas e públicas, designadamente os órgãos e serviços da administração central, regional e local, a quem compete elaborar, aprovar, ratificar e executar planos, programas ou projectos e adoptar medidas com incidência sobre a ocupação uso ou transformação do solo, em todo o território abrangido pelo plano.

Na ausência de planos municipais de ordenamento do território ou de qualquer outro instrumento de planeamento territorial, são directamente aplicáveis em todo o território abrangido pelo PROZAG, as normas e princípios constantes no Decreto Regulamentar n.º 22/92, de 25 de Setembro. Assim, os planos municipais de ordenamento do território devem ser desenvolvidos em compatibilidade com o regime de ocupação, uso e transformação do solo e as directrizes constantes do PROZAG. Para efeitos de ocupação, uso e transformação do solo, foram estabelecidas um conjunto de zonas, designadamente a Zona de Protecção Alargada (ZPA), a Zona de Protecção Imediata (ZPI), a Zona de Protecção Florestal (ZPF), as Zonas Preferenciais de Desenvolvimento Turístico (ZPDT) e as Zonas Agrícolas e Florestais.

A ZPA engloba toda a área do PROZAG, sendo os seus limites coincidentes com os da área do Plano. Esta zona apresenta condicionantes ao nível da edificabilidade, da instalação e funcionamento de estabelecimentos industriais e actividades comerciais, à exploração de materiais inertes e ao aproveitamento dos recursos geológicos, focando, por último, a qualidade da água e da paisagem. Nesta última condicionante destaca-se a não autorização de descarga de águas residuais, urbanas e industriais na ZPA.

A Zona de Protecção Imediata corresponde à zona de protecção das albufeiras de águas públicas classificadas como protegidas, estando sujeita às condicionantes previstas para a ZPA. Quando a ZPI coincida com ZPDT ou com áreas com potencial turístico aplicam-se o disposto nos artigos 21.º e 25.º, respectivamente ao nível das condicionantes previstas e áreas com potencialidade turística.

A ZPF abrange as áreas florestais com elevado risco de erosão e as adjacentes ou próximas das albufeiras, sendo condicionada qualquer intervenção que incida sobre a ZPI e esteja sujeita às condicionantes previstas na ZPA. Acresce ainda a interdição de introdução de novos povoamentos ou a reconversão dos existentes com plantação ou sementeira extrema de espécies de crescimento rápido, sendo apenas permitidas determinadas espécies (carvalhos roble e negral e o pinheiro-manso, associados a sobreiros e castanheiros nas encostas, os freixos, amieiros e salgueiros nos vales e as nogueiras em condições especiais de profundidade, drenagem e frescura do solo).

As Zonas Preferenciais de Desenvolvimento Turístico equivalem às áreas com melhores condições físicas, de acessibilidade e possibilidade de utilização do plano de água, para fins recreativos e de lazer. Cabe aos planos de pormenor definir a ocupação das ZPDT, sendo as condicionantes ao nível da ocupação e edificabilidade de empreendimentos turísticos.

No que se refere às áreas agrícolas e florestais classificadas não podem ser autorizadas actividades que não sejam de uso agrícola e florestal e que não alterem o uso do solo. É excepção as actividades em áreas com



potencialidade turística e ainda as que venham a ser definidas em plano municipal de ordenamento do território, desde que não ponham em causa os princípios e regras definidos no Decreto Regulamentar.

No PROZAG são ainda definidas áreas com potencialidade turística, áreas degradadas e zonas de património edificado. No que se refere à utilização turística das albufeiras, de acordo como PROZAG foram definidas áreas específicas para utilização no plano de água das albufeiras, designadamente limite de segurança aos órgãos das barragens; áreas navegáveis a embarcações a motor e outras; áreas não navegáveis a embarcações a motor; praias e zonas de protecção; equipamentos de apoio às actividades no plano de água; áreas preferenciais para a prática de actividades de pesca, remo, remo de competição, esqui aquático, vela, prancha à vela, natação e banhos.

A utilização do plano de água das albufeiras fica ainda condicionada à utilização do plano de água para banhos e natação, sendo definidas áreas para o efeito e dentro das zonas de protecção às praias fisicamente limitadas por bóias. Acrescem ainda que, pelo disposto no Decreto Regulamentar n.º 22/92, de 25 de Setembro o número máximo de licenças em vigor para barcos a motor não ultrapasse 200 embarcações; o nível de ruído produzido pelos barcos a motor não pode exceder 86 dB (A), sendo proibido o transporte suplementar de combustíveis e óleos em embarcações de todos os tipos; a prática de desportos náuticos, designadamente, passeios e provas desportivas com barcos a motor na zona de protecção das captações é de carácter proibitivo; a prática de esqui aquático só é permitida longe das margens e de outros obstáculos que constituam risco para os praticantes, estando confinada às áreas previstas para esse efeito; o acesso à água de embarcações e a sua recolha só pode ser efectuado nos locais previstos para o efeito.

De salientar que o zonamento anteriormente referido deve constar dos planos municipais de ordenamento do território, sendo que ainda deverão ser demarcadas zonas de protecção, num limite mínimo de 500 m, das captações de água para abastecimento público existentes, ou previstas, por forma a garantir a melhor qualidade da água.

Conforme estabelecido nas disposições regulamentares do Decreto Regulamentar, cabe ao Conselho de Acompanhamento e Avaliação, entre outras, a responsabilidades pela gestão do PROZAG, tendo como objectivo avaliar o estado do ordenamento do território da zona envolvente das barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas, bem como o grau de concretização do PROZAG. O PROZAG encontra-se em vigor desde 26 de Setembro de 1992, sendo que a sua revisão será efectuada de acordo com o estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 176-A/88, de 18 de Maio, com a redacção do Decreto-Lei n.º 367/90, de 26 de Novembro.

### 3.4 Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira

Os Planos de Ordenamento de Albufeiras (POA), de acordo com a legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 502/71, de 18 de Novembro, Decreto Regulamentar n.º 2/88, de 20 de Janeiro, Decreto Regulamentar n.º 37/91, de 23 de Julho, Decreto-Lei n.º 380/99 de 22 de Setembro), são considerados Planos Especiais de Ordenamento do Território.

Os objectivos destes planos orientam sobretudo para o ordenamento do plano de água, extrapolando-se assim um conjunto de regras para uso, ocupação e transformação do solo na sua envolvente em função da massa de água. Os Planos de Ordenamento de Albufeiras compreendem uma área na qual se integra o plano de água e a zona envolvente de protecção numa faixa de 500 ou 200 m, contados a partir do nível de pleno armazenamento da albufeira. Tornando-se assim determinante que seja estabelecido um zonamento que respeite a capacidade de carga do meio hídrico em termos quantitativos e qualitativos.

No que concerne ao POA da Aguieira, a sua elaboração encontra-se articulada com o definido no Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego, aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 9/2002, de 1 de Março, o qual define, entre outros objectivos, a programação do ordenamento do território e dos recursos hídricos, concretizando-se através dos planos de ordenamento das albufeiras.

Assim, numa primeira fase, nos termos do período preconizado pelo Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro, com a redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 310/2003, de 10 de Dezembro, desenrolou-se a recolha de observações e sugestões sobre a proposta do POA de Aguieira, sendo que a discussão pública decorreu no período de 21 de Setembro a 3 de Novembro de 2006, conforme determinado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 130/2001, de 23 de Agosto de 2001. Após a fase de divulgação dos resultados da discussão pública, foi aprovado o Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira (POAA), nos termos da Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro.

Em conformidade com a Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro, o Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira incide sobre o plano de água e respectiva zona de protecção, com uma largura de 500 m, medida na horizontal, a contar do Nível de Pleno Armazenamento (cota 124,7 m), encontrando-se a totalidade da área integrada nos Municípios de Carregal do Sal, Mortágua, Penacova, Santa Comba Dão, Tábua e Tondela.

O ordenamento do plano de água e da zona envolvente à Aguieira procura conciliar a actividade humana com a conservação dos valores ambientais e ecológicos existentes, principalmente, com a preservação da qualidade da água. Pretende ainda o aproveitamento dos recursos naturais existentes, através de uma

abordagem integrada das potencialidades e das limitações do meio, com vista à definição de um modelo de desenvolvimento sustentável para o território.

Decorrente da Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro foi aprovado, no âmbito do POAA, um regulamento com respectivas plantas de síntese e de condicionantes. Na planta de síntese é identificado, para o plano de água e para a respectiva zona de protecção o zonamento do solo em função dos usos e do regime de gestão definido no POAA, enquanto a planta de condicionantes assinala as servidões administrativas e as restrições de utilidade pública.

Deste modo, em articulação com o artigo n.º 2, da Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro, para além dos objectivos gerais dos planos especiais de ordenamento do território, o POAA visa:

- a) definir regras de utilização do plano de água e da zona envolvente da albufeira, de forma a salvaguardar a defesa e qualidade dos recursos naturais, em especial os hídricos;*
- b) definir regras e medidas para usos e ocupação do solo que permitam gerir a área objecto de plano, numa perspectiva dinâmica e interligada;*
- c) aplicar as disposições legais e regulamentares vigentes, quer do ponto de vista de gestão dos recursos hídricos, quer do ponto de vista do ordenamento do território;*
- d) planear de forma integrada a área envolvente da albufeira;*
- e) garantir a sua articulação com planos, estudos e programas de interesse local, regional e nacional, existentes ou em curso, nomeadamente com o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Mondego;*
- f) compatibilizar os diferentes usos e actividades existentes e ou a serem criados, com a protecção e valorização ambiental e finalidades principais da albufeira;*
- g) identificar, no plano de água, as áreas mais adequadas para a conservação da natureza e as áreas mais aptas para actividades secundárias, prevendo as compatibilidades e complementaridades entre as diversas utilizações.*

No Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira é definido um zonamento que corresponde à zona de plano de água e a zona de protecção da albufeira. Nestas zonas são definidas um conjunto de interdições, restrições e permissões de utilização com o objectivo a salvaguarda de recursos e valores naturais, numa perspectiva de compatibilização e sustentabilidade de utilizações e usos, a área de intervenção.

De referir que, nas zonas de plano de água e de protecção da albufeira, de acordo os disposto na Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro, encontram-se interditas a descarga de águas residuais urbanas ou industriais. Apenas é permitida a descarga de águas residuais urbanas na albufeira provenientes de aglomerados com uma população equivalente inferior a 2 000 habitantes e desde que se

submetam a um tratamento secundário e, no caso de uma população equivalente superior a 2 000, só pode ser licenciada a descarga de águas residuais domésticas, quando aquelas se submetam a um tratamento mais rigoroso que o tratamento secundário.

No que concerne às restantes edificações existentes ou a construir na zona de protecção terrestre, não abrangidas por sistemas de recolha e tratamento das águas residuais, torna-se obrigatório a construção de fossas estanques com capacidade adequada e transporte posterior das águas residuais a destino final adequado (edificações localizadas na envolvente próxima do plano de água, na faixa dos 150 m) ou a instalação de fossas sépticas associadas a órgãos complementares de infiltração ou de filtração (edificações localizadas na restante área). Os sistemas de tratamento terão de apresentar um adequado dimensionamento e, posteriormente, uma correcta manutenção em termos construtivos e de limpeza.

Nas zonas de recreio e lazer, nas zonas de desenvolvimento turístico e nos espaços com vocação urbanizável, é obrigatória a construção de sistemas de recolha e tratamento do tipo terciário ou, em alternativa, a construção de fossas estanques.

Na envolvente das captações de água para consumo humano na albufeira são interditas descargas de águas residuais num raio de 400 m em redor da captação. As captações de água para consumo humano, quer superficiais e subterrâneas de água, para além das zonas de protecção, nos termos legais, quando localizadas no plano de água, as zonas de protecção às captações terão de ser obrigatoriamente sinalizadas e demarcadas pela entidade competente através da colocação de bóias. Nas zonas de protecção às captações, quando abrangerem o plano de água, são interditas todas as actividades secundárias<sup>9</sup>, com excepção da circulação das embarcações de socorro e emergência, das embarcações de manutenção das infra-estruturas da barragem e da captação e das embarcações destinadas à colheita de amostras de água para monitorização da qualidade.

No caso da zona de protecção da albufeira, o terreno deverá ser mantido limpo de quaisquer resíduos, produtos ou líquidos que possam provocar infiltração de substâncias indesejáveis para a qualidade da água da captação, sendo interdita qualquer construção, instalação ou actividade com excepção das que têm por finalidade a conservação, a manutenção e a beneficiação da exploração da captação.

O POAA vigorará enquanto se mantiver a indispensabilidade de protecção dos recursos e valores naturais necessários à utilização sustentável da área de intervenção associada à Albufeira da Aguieira, podendo ser revisto quando decorrido um prazo mínimo de três anos a contar da data de entrada em vigor.

---

<sup>9</sup> Actividades induzidas ou potenciadas pela existência do plano de água da albufeira, designadamente banhos e natação, navegação recreativa a remo e vela, navegação a motor, competições desportivas, pesca e caça, tendo estas de ser conciliáveis com as utilizações principais a que se destinam as albufeiras, como sejam o abastecimento de água às populações, a rega e a produção de energia - alínea b), artigo 4º, do Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro.

# **Capítulo 4**

## **Estudo de caso “A contribuição ambiental das ETAR no estado da água na Albufeira da Aguieira”**

## **4. Estudo de caso “A contribuição ambiental das ETAR no estado da água na Albufeira da Aguieira”**

A Albufeira da Aguieira constitui uma importante reserva de água superficial para a Região Centro, de extrema relevância não só para o abastecimento de água para consumo humano, como também para fins de abastecimento industrial e agrícola. Torna-se assim importante um adequado conhecimento das características da qualidade da água e o conhecimento das implicações/efeitos ambientais das descargas das ETAR na qualidade da água.

A finalidade da presente dissertação consiste em avaliar a relação entre a descarga de efluentes das ETAR localizadas na envolvente à Albufeira da Aguieira e o seu efeito na qualidade da água, com recurso à aplicação de um modelo de avaliação da qualidade da água.

Os resultados obtidos poderão contribuir para apoiar o processo de licenciamento, designadamente, em termos de avaliação do tratamento mais adequado para os efluentes, avaliação da localização das ETAR e avaliação das necessidades de tratamento das estações de tratamento de água para compatibilização com a qualidade da água para consumo humano.

### **4.1 Metodologia adoptada**

A pesquisa e revisão bibliográfica anteriormente considerada permitiram assegurar um melhor enquadramento do estudo de caso da presente dissertação, sendo fundamental o desenvolvimento de uma metodologia devidamente estruturada e coerente com os objectivos preconizados no âmbito da dissertação.

Assim, numa primeira fase, de acordo com determinados pressupostos de base, estabeleceu-se uma primeira área de abrangência/influência das descargas derivadas de fontes poluentes na Albufeira da Aguieira.

Mediante a definição da área de estudo procedeu-se à caracterização da situação de referência da Albufeira, em termos dos aspectos qualitativos/quantitativos da massa de água, tendo por base a recolha de informação das redes de monitorização da qualidade da água e da rede de estações hidrométricas. Seguidamente, atendendo ao arquivo processual da Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. (ARH Centro, I.P.) procedeu-se ao levantamento da informação relativa aos processos de licenciamento

existentes na área em estudo, designadamente ao nível dos sistemas de tratamento de águas residuais. Nesta fase identificaram-se, igualmente, outras fontes de poluição, que pelas suas características foram também incluídas na presente análise. Houve ainda a observância das condições dos títulos de utilização dos recursos hídricos, assim como, dos resultados de autocontrolo das condições de descarga dos sistemas de tratamento.

Por forma a avaliar a relação entre a descarga de efluentes das fontes de poluição e o seu efeito na qualidade da água da Albufeira da Aguieira procedeu-se à modelação da qualidade da água através da utilização de um modelo matemático, o qual de uma forma expedita permite a simulação cenários e, consequentemente, a interpretação e discussão dos resultados obtidos.

Esta primeira abordagem permitirá, futuramente, uma eventual selecção de *software* para a modelização da qualidade da água em albufeiras, atendendo, porém, às necessidades paramétricas específicas associadas ao *software* e ao nível da recolha de informação necessária para efectuar simulações.

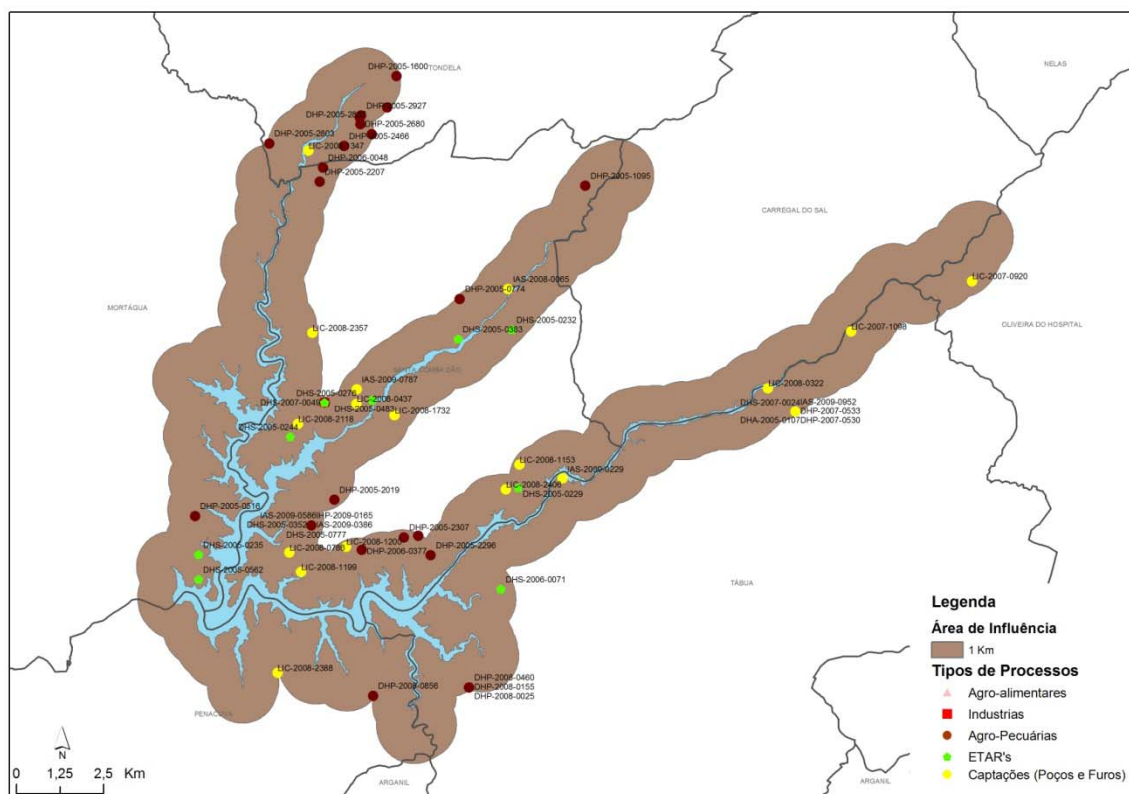
#### **4.1.1 Definição da área de estudo**

Dada a elevada área de abrangência da Albufeira da Aguieira, numa primeira fase procurou-se definir uma área de estudo de menor dimensão, por forma a avaliar a relação entre a descarga de efluentes das ETAR localizadas na envolvente à Albufeira e o seu efeito na qualidade da água.

O zonamento da área de estudo atende a um distanciamento máximo de 1 km, a partir da cota do Nível Pleno de Armazenamento ( $\approx 125$  m). Atendendo a estes pressupostos e com base nos dados informatizados e referenciados através do sistema de informação existente na ARH Centro, I.P..

Deste levantamento, é de salientar que alguns processos não possuem dados de geo-referenciação da localização da utilização, pelo que se encontram geo-referenciados pelo centróide da freguesia mais próxima. Este facto poderá ocasionar, na representação gráfica, uma sobreposição de informação, caso se verifique a existência de uma ou mais utilizações geo-referenciadas pelo centróide da freguesia. Verifica-se ainda a possibilidade de haver um acréscimo de unidades, na medida em que alguns processos ainda não se encontram devidamente informatizados. Este facto poderá dever-se a processos recentemente instruídos e/ou cujo licenciamento ainda não se encontra concluído.

A Figura seguinte que permite visualizar a distribuição geográfica das utilizações (Processos de licenciamento da ARH Centro, I.P.) existentes na zona de estudo.



Fonte: Sistema de Informação Geográfica da ARH Centro, I.P. (2009)

**Figura 11: Distribuição geográfica dos processos licenciados pela ARH Centro, I.P. na área de estudo da Albufeira da Aguieira**

A observância da representação gráfica permite identificar que os principais Municípios abrangidos pelo zonamento definido são Mortágua, Penacova, Santa Comba Dão e Tábua, muito embora também se verifique a abrangência dos Municípios de Oliveira do Hospital e Carregal do Sal.

Da Figura acima representada também se pode aferir a tipologia dos processos de licenciamento existentes na área de estudo (*ver Anexo I*). Assim, constata-se a existência de 66 processos, isto é, utilizações dos recursos hídricos, na área de estudo, sendo distribuídos, em termos percentuais, maioritariamente, por unidades agro-pecuárias (43,9%), captações (30,3%) e ETAR (21,2%). As unidades industriais e agro-industriais representam 1,5% e 3,0%, respectivamente.



De salientar que as utilizações associadas às unidades de tratamento de águas residuais representam tanto as ETAR urbanas, como as unidades de tratamento doméstico (fossas sépticas). Em termos percentuais, as ETAR correspondem a 16,7%, enquanto as fossas sépticas representam cerca de 4,5% do total.

As unidades agro-pecuárias encontram-se subdivididas em aviculturas, boviniculturas e suiniculturas, sendo que a distribuição percentual é de 51,7%, 27,6% e 17,2%, respectivamente. A restante percentagem refere-se a uma unidade conjunta de suinicultura e ovil. Em suma as utilizações susceptíveis de gerarem poluição da massa de água da Albufeira da Aguieira correspondem a 69,7% do total, excluindo as utilizações referentes às captações subterrâneas.

Em termos de distribuição geográfica observa-se que, maioritariamente, as utilizações licenciadas se localizam no Município de Santa Comba Dão (59,1%), seguido de Tábua (19,7%) e Tondela (13,6%). Em termos das utilizações susceptíveis de gerarem poluição por localização, isto é, com a exclusão da percentagem referente às utilizações da captação, verifica-se que Santa Comba Dão continua a ser a localização com maior incidência (56,5%), seguido de Tábua e Tondela, cada um com 17,4%, Mortágua (6,5%) e Penacova (2,2%).

De referir que, as unidades de agro-pecuária predominam, maioritariamente, no concelho de Santa Comba Dão (48,3%), Tondela (27,6%) e Tábua (17,2%). As ETAR, com exclusão das fossas domésticas, localizam-se apenas nos Municípios de Santa Comba Dão (81,8%) e Mortágua (18,2%).

No que concerne às captações constata-se, na zona de estudo, apenas a existência de licenciamento de captações de água subterrânea, não constando nenhum processo de captação superficial. Contudo de acordo com os dados do INSAAR de 2007 (INSAAR, 2008) na zona de estudo existem, pelo menos, 3 estações de tratamento de água que efectuem a captação na Albufeira da Aguieira. Estas localizam-se no Município de Mortágua (ETA da Aguieira) e de Penacova (ETA da Barragem da Aguieira e ETA da Barragem - Aproveitamento da Aguieira) e, permitem abastecer, respectivamente, 6 873, 3 186 e 2 500 habitantes.

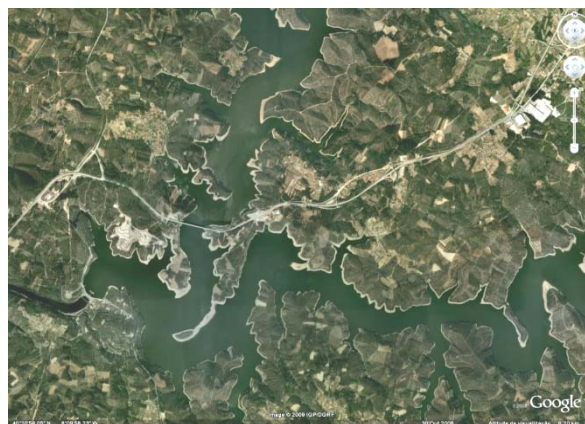
#### **4.1.2 Caracterização da situação de referência**

A Albufeira da Aguieira localiza-se na Região Centro de Portugal e insere-se na bacia hidrográfica do rio Mondego. A sua extensa área, na ordem dos 2000 ha, abrange maioritariamente os Municípios de Carregal do Sal, Mortágua, Penacova, Santa Comba Dão, Tábua e Tondela. Para a Albufeira conflui directamente, para além do rio Mondego, o rio Dão. A Albufeira decorre da construção, em 1981, da Barragem da Aguieira localizada no rio Mondego, no limite entre o Município de Penacova e o de Mortágua.

A Figura seguinte permite identificar a Barragem da Aguieira e, consequentemente, parte da respectiva Albufeira.



Fonte: SNIRH/INAG, 2009



Fonte: Google Earth, 2009

**Figura 12: Localização da Barragem e parte da Albufeira da Aguieira**

Tal como já anteriormente referenciado, a Barragem/Albufeira da Aguieira constitui um empreendimento hidráulico de fins múltiplos, cujas principais finalidades incidem no controlo de cheias, na produção de energia eléctrica e no abastecimento de água à rega, indústria e ao sector doméstico e público. A vertente associada ao turismo, recreio e lazer apresenta igualmente uma mais valia para a Albufeira da Aguieira.

Dada a sua importância para a Região, não só ao nível sócio-económico, como ao nível ambiental, a Albufeira tem sido alvo de um conjunto de normativos legais que visam a protecção e melhoria da sua massa de água. Contudo, as pressões resultantes das actividades antrópicas têm causado ao longo dos anos uma diminuição da qualidade da sua massa de água.

#### **4.1.2.1 Dados qualitativos da água**

Aquando da publicação do Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego, aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 9/2002, de 1 de Março, face aos dados de 1996/97 das estações da rede de monitorização da qualidade da água da zona envolvente, e tendo por base a “Classificação dos Cursos de Água Superficiais de acordo com as suas Características de Qualidade para Usos Múltiplos” do INAG, foram classificadas um conjunto de massas de água da Bacia Hidrográfica do Mondego, numa escala de “A” a “E”, em que “A” representa a melhor qualidade e “E” a pior.

De referir que a classificação da qualidade da água para usos múltiplos permite obter informação sobre os usos que potencialmente podem ser considerados na massa de água, sendo consideradas cinco classes, conforme especificado no Quadro seguinte.

**Quadro 11: Classificação da Qualidade das Águas**

<i>Classe</i>	<i>Descrição da qualidade das águas</i>
A	<i>Águas com qualidade equivalente às condições naturais aptas para satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.</i>
B	<i>Águas com qualidade ligeiramente inferior à Classe A, mas podendo também satisfazer potencialmente todas as utilizações.</i>
C	<i>Águas com qualidade aceitável, suficiente para irrigação, usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória, apta para recreio sem contacto directo.</i>
D	<i>Águas com qualidade medíocre, apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir de forma aleatória.</i>
E	<i>Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos.</i>

Fonte: SNIRH/INAG, 2009

Desta avaliação resultou, que a qualidade da água para usos múltiplos, na Albufeira da Aguieira, apresentava uma classificação de Muito Poluída (D). A classificação atribuída resulta quase exclusivamente dos parâmetros indicadores de contaminação bacteriológica e orgânica, designadamente, Carência Bioquímica de Oxigénio, Carência Química de Oxigénio, Sólidos Suspensos Totais, Oxidabilidade e Coliformes. Para além da contaminação bacteriológica e orgânica, o problema de qualidade da água na Albufeira da Aguieira encontra-se associado à eutrofização da massa de água.

No que concerne à conformidade da qualidade das águas para os usos especificados, nomeadamente para águas destinadas à produção de água para consumo humano, tendo por base os valores observados de cada um dos parâmetros das estações de monitorização da qualidade da água, foi identificado que a Albufeira da Aguieira apresentava uma classificação A3<sup>10</sup>, de acordo com a classificação das origens da água superficial para produção de água de abastecimento e conforme o Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

De acordo com o PBHM, esta classificação deve-se aos parâmetros bacteriológicos, pH, NH<sub>4</sub> e CBO<sub>5</sub>, dado a contaminação de origem doméstica, explicável pelo baixo nível de atendimento da população por sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais e pelo funcionamento deficiente dos sistemas de tratamento das ETAR existentes à data de elaboração do Plano.

<sup>10</sup> Classe A3 - água que exige tratamento físico, químico, de afinação e desinfecção.

Tendo como base os valores das estações de qualidade das águas superficiais, foi identificado no PBHM que a Albufeira da Aguieira, não evidenciava o cumprimento exigido para utilização das massas de água da BHM para fins balneares, devido aos parâmetros microbiológicos e ao oxigénio dissolvido. Idêntica constatação foi efectuada ao nível da avaliação da aptidão da qualidade da água da albufeira para rega e para fins piscícolas.

Decorrente do PBHM foram ainda obtidos resultados sobre a avaliação do estado trófico das albufeiras. Esta avaliação foi efectuada mediante a análise das comunidades planctónicas existentes, tendo a Albufeira da Aguieira obtido um estado trófico de eutrofização.

Nos termos do Decreto-Lei n.º 235/97, de 19 de Junho, foram identificadas, na área deste PBHM duas zonas vulneráveis<sup>11</sup>, designadamente “Aguieira - Braços da albufeira provenientes dos rios Dão e Mondego” e “Quiaios - Lagoas de Braça e Vela”. De salientar que não estão formalmente definidas pela Portaria n.º 1037/97, de 1 de Outubro, na área deste Plano de Bacia Hidrográfica, zonas vulneráveis à poluição por nitratos de origem agrícola, de acordo com o conceito estipulado pelo Decreto-Lei n.º 235/97, de 19 de Junho.

Posteriormente, através do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, foi aprovada uma lista de identificação de Zonas Sensíveis e de Zonas Menos Sensíveis, cabendo ao Instituto da Água proceder à revisão da identificação das zonas, pelo menos de quatro em quatro anos. A lista de identificação, no que se refere às Zonas Menos Sensíveis, foi alterada pelo Decreto-Lei n.º 261/99, de 7 de Julho, sendo que, posteriormente, a identificação das Zonas Sensíveis foi alterada pelo Decreto-Lei n.º 172/2001, de 26 de Maio e pelo Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho.

Actualmente, a lista de identificação das Zonas Sensíveis<sup>12</sup> e das Zonas Menos Sensíveis, encontra-se aprovada nos termos do disposto do Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro, em função dos critérios estabelecidos na Directiva 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de Maio. Assim, constata-se que a Albufeira da Aguieira no rio Mondego e a respectiva Bacia Hidrográfica, encontra-se definida como uma Zona Sensível, sujeita a eutrofização (Directiva 75/440/CEE).

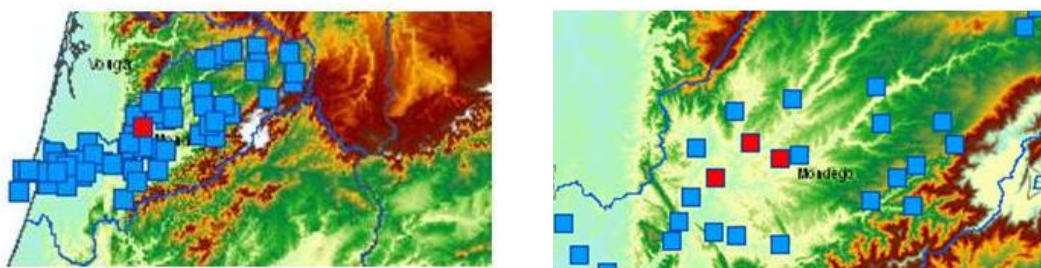
---

<sup>11</sup> Áreas que drenam para as águas identificadas de acordo com critérios específicos, nas quais se pratiquem actividades agrícolas susceptíveis de contribuir para a poluição difusa daquelas águas causada por nitratos - alínea I), do artigo 3º, do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro.

<sup>12</sup> Corpos de água que se revelem eutróficos ou susceptíveis de se tornarem eutróficos num futuro próximo, se não forem tomadas medidas de protecção, e águas doces de superfície destinadas à captação de água potável cujo teor em nitratos possa exceder a concentração de nitrato estabelecida nas disposições pertinentes da Directiva 75/440/CEE, de 16 de Julho - alínea a), do Anexo II, do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho.

De acordo com a informação disponível na rede de estações do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), a caracterização dos aspectos qualitativos dos recursos hídricos superficiais é efectuada através de 67 estações de monitorização distribuídas ao longo da BHRM.

A caracterização da zona em estudo foi efectuada com base nos dados constantes na Rede de Qualidade da Água do SNIRH/INAG. A Figura seguinte expressa a distribuição da rede de monitorização da qualidade da água superficial na Bacia Hidrográfica do Rio Mondego e localização das estações de monitorização mais próximas da zona de estudo.



Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

**Figura 13: Distribuição da rede de monitorização da qualidade da água superficial na BHRM**

Na envolvente à área em estudo constata-se a existência de três estações de monitorização da qualidade da água superficial em funcionamento, designadamente a estação de Albufeira da Aguieira (11H/05), a estação Aguieira-St.<sup>a</sup> Comba Dão (11I/11) e a estação Aguieira-Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10). A primeira estação localiza-se no Município de Penacova, e as seguintes, tal como a sua designação indica, localizam-se nos Municípios de Santa Comba Dão (no curso do rio Dão) e de Tábua (no curso do rio Mondego).

O Quadro seguinte apresenta as características gerais da estação de monitorização da qualidade da água da Albufeira da Aguieira, dado ser a mais próxima da zona em estudo (*ver Anexo II*).

**Quadro 12: Principais características da estação de monitorização da qualidade da água da Albufeira da Aguieira (11H/05)**

<i>Estação</i>	<i>Código</i>	<i>Linha de Água</i>	<i>Concelho</i>	<i>Coordenada X (m)</i>	<i>Coordenada Y (m)</i>
Albufeira da Aguieira	11H/05	Rio Mondego	Penacova	194628,000	374655,000

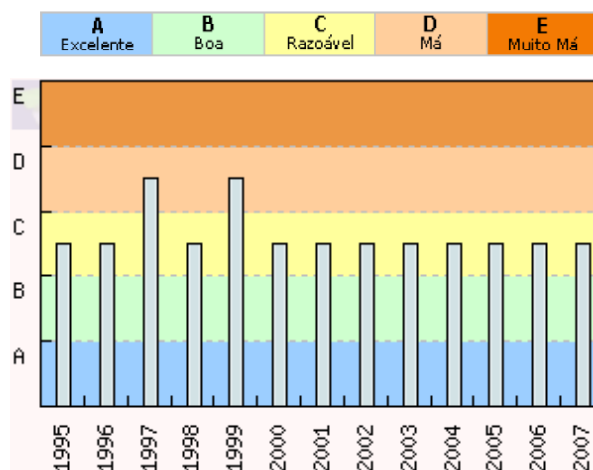
Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

A estação de monitorização da qualidade da água superficial entrou em funcionamento em Março de 1989, estando localizada na freguesia de Travanca do Mondego, Município de Penacova, com a finalidade de monitorizar a Albufeira da Aguieira.

A classificação dos dados (SNIRH/INAG) da qualidade da água tem por base os critérios propostos pela “Classificação dos Cursos de Água Superficiais de Acordo com as suas Características de Qualidade para Usos Múltiplos”, do INAG.

A classificação da qualidade da água para usos múltiplos permite obter informação sobre os usos que potencialmente podem ser considerados na massa de água, sendo consideradas cinco classes, conforme especificado anteriormente (ver Quadro 11, página 86).

Utilizando para o efeito a base de dados do SNIRH, a Figura seguinte apresenta a classificação observada na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05), para o período de observação compreendido entre 1995 e 2007.

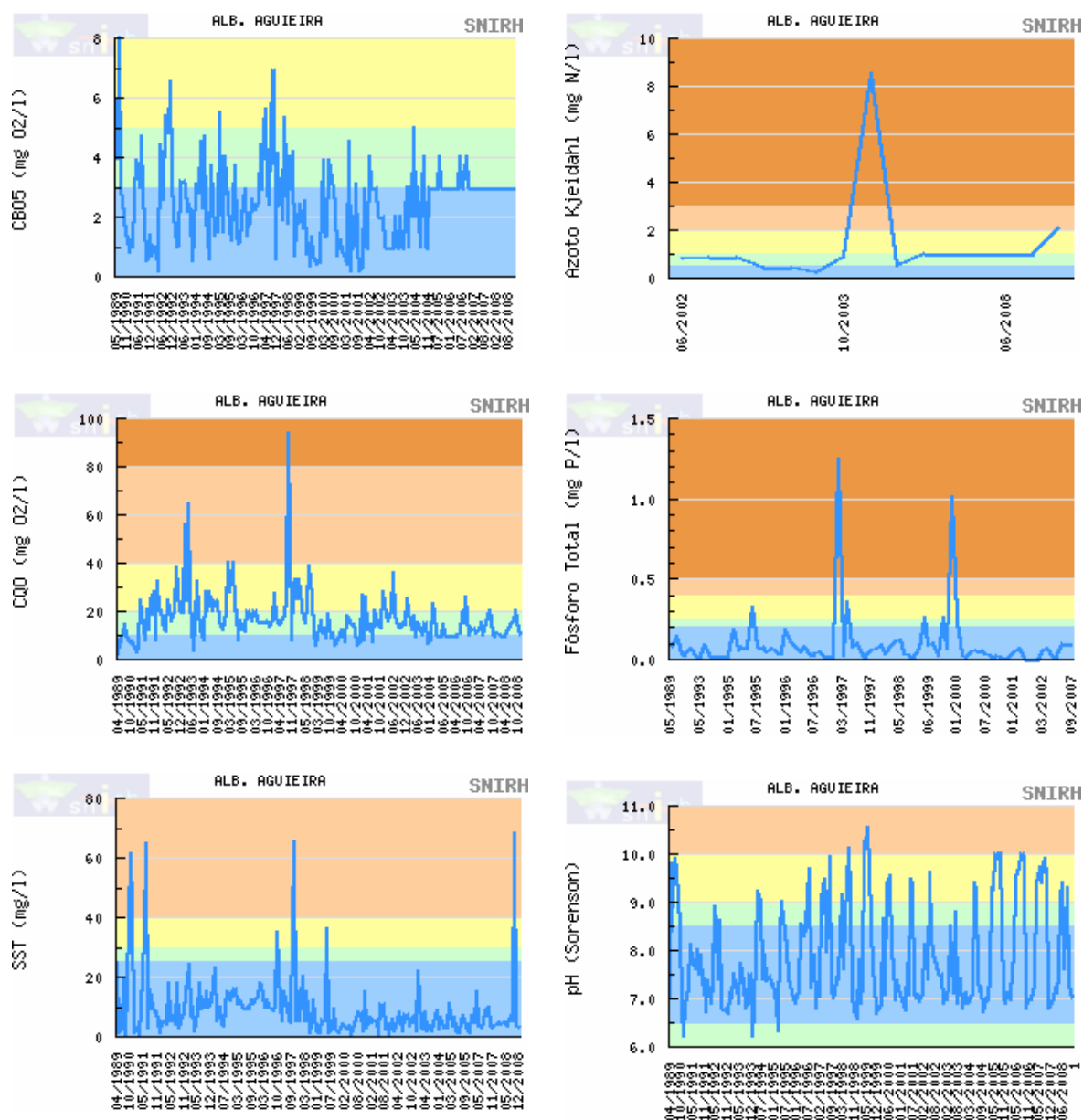


Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

**Figura 14: Classificação observada na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05) entre 1995 e 2007**

Conforme se pode verificar pela análise do gráfico anterior, os últimos dados disponíveis e tratados referem-se ao ano de 2007, em que a qualidade da água da estação da Albufeira da Aguieira apresentou uma classificação de “Razoável” (C), isto é, águas com qualidade aceitável, suficiente para irrigação, usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso, que permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória, apta para recreio sem contacto directo. Constata-se que, relativamente aos anos anteriores, a situação é muito semelhante, sendo que apenas em 1997 e 1999 a qualidade da água da estação foi classificada como “Má”.

Na Figura seguinte apresenta-se a representação gráfica, para alguns parâmetros indicadores da qualidade da água, em diferentes períodos de observação, conforme a disponibilidade de dados.

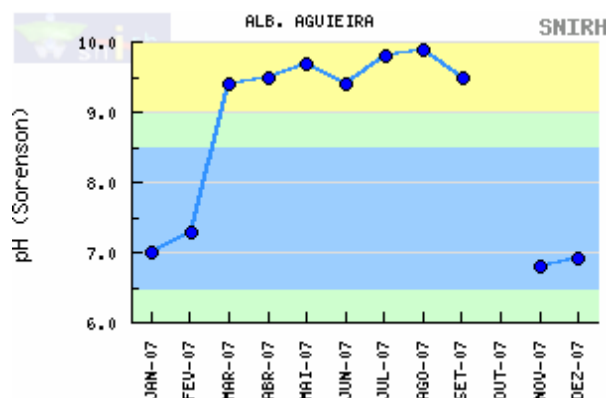


Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

**Figura 15: Evolução de alguns dos parâmetros responsáveis pela qualidade da água observados na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05)**

Ao nível dos principais parâmetros de avaliação da qualidade constata-se que o pH tem sido o principal responsável pela classificação “Razoável” na Albufeira da Aguieira. Contudo, de acordo com os dados mais recentes (2008), os SST também se apresentam como um parâmetro determinante na classificação “Razoável” da qualidade da água.

A Figura seguinte apresenta a representação gráfica da evolução do parâmetro pH na qualidade da água, ao longo do ano de 2007, disponível no SNIRH.



Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

**Figura 16: Evolução do parâmetro pH em 2007 observados na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05)**

A análise do gráfico permite constatar que o período em que se verificaram os valores mais elevados do parâmetro em causa foi de Março a Setembro. O Quadro seguinte resume os valores dos principais parâmetros, registados no período de 19/02/2001 a 07/04/2009, desde o início de funcionamento da estação.

**Quadro 13: Valores paramétricos registados na estação da Albufeira da Aguieira (11H/05)**

Parâmetros	Valor médio (mg/L)	Valor máximo (mg/L)	Valor mínimo (mg/L)
$CBO_5$	2,270	5,000	0,160
CQO	15,317	36,000	6,100
SST	6,645	68,000	0,200
N	1,325	2,900	0,240
P	0,038	0,640	0,004
pH	7,880	10,000	6,700
Temperatura (°C)	18,4	29,0	9,0

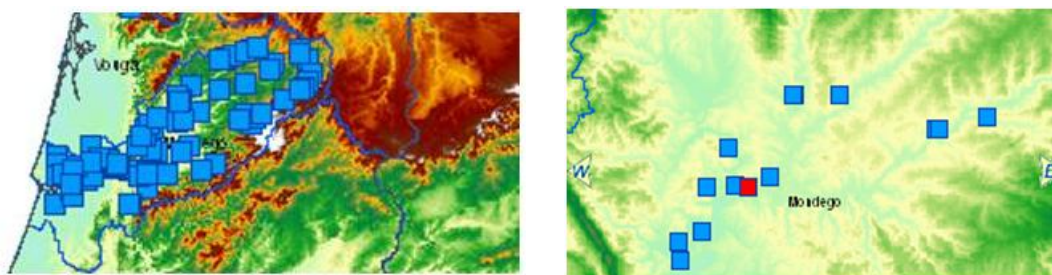
Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 27.10.2009)

Da observação dos valores estatísticos médios decorrentes do SNIRH, verifica-se que os valores se encontram em consonância com a classificação disponível para a qualidade da água “Razoável”, não obstante o facto de terem sido registados valores máximos significativos.



#### 4.1.2.2 Dados quantitativos da água

Atendendo à informação constante no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, a rede hidrométrica da bacia do rio Mondego é constituída por 90 estações hidrométricas, que cobrem uma área da bacia de 6 645 km<sup>2</sup>. Com especial incidência na Albufeira da Aguieira, localiza-se a estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A). A Figura seguinte apresenta a distribuição da rede hidrométrica da Bacia do Rio Mondego e localização da estação hidrométrica da Aguieira-EDP.



Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

**Figura 17: Distribuição da rede hidrométrica da BHRM**

Na zona envolvente à área em estudo encontra-se o registo de duas estações hidrométricas, a da Aguieira-EDP (11H/01A) e a de Aguieira-Rio (11H/02H). De referir que a estação hidrométrica de Aguieira-Rio (11H/02H), actualmente desactivada, outrora funcionou durante o período de 1959 a 1980. A estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A), por sua vez, encontra-se em funcionamento, sendo a mais próxima da área em estudo, o que determinou que a análise hidrométrica fosse efectuada com base nos dados registados na mesma.

No Quadro seguinte apresenta-se um resumo das principais características da estação hidrométrica da Aguieira-EDP (ver Anexo III).

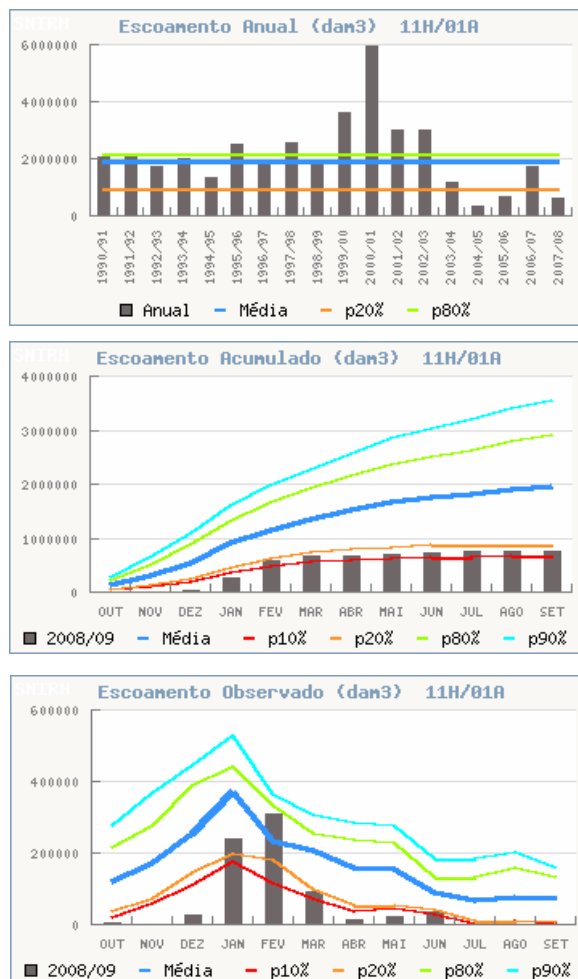
**Quadro 14: Principais características da estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A)**

<i>Estação</i>	<i>Código</i>	<i>Linha de Água</i>	<i>Concelho</i>	<i>Coordenada X (m)</i>	<i>Coordenada Y (m)</i>
<i>Aguieira-EDP</i>	<i>11H/01A</i>	<i>Rio Mondego</i>	<i>Mortágua</i>	<i>194514,704</i>	<i>374590,905</i>

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

A estação hidrométrica da Aguieira-EDP entrou em funcionamento convencional em Janeiro de 1981, passando a um regime de funcionamento automático em Dezembro de 1996. Esta estação localiza-se na freguesia de Almaça, Município de Mortágua.

A Figura seguinte representa graficamente o escoamento anual, desde 1990/91 a 2007/08, o escoamento médio mensal acumulado e observado no ano hidrológico 2008/09, registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (ver Anexo IV).

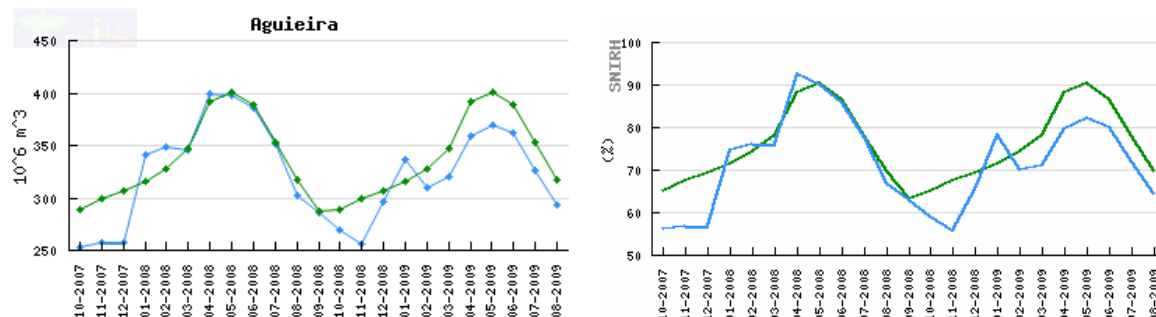


Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

**Figura 18: Escoamento médio mensal acumulado e observado registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A), no ano hidrológico 2008/09**

Pela análise dos dados do SNIRH inerentes aos gráficos da Figura verifica-se que no ano hidrológico de 2008/09 o escoamento acumulado foi de 744 854 dam<sup>3</sup>, sendo que os meses com maior escoamento observado correspondem aos meses de Janeiro, Fevereiro e Março e Dezembro, e os meses com menor escoamento situam-se entre Julho, Agosto e Setembro. O valor médio mensal de escoamento é de 62 071 dam<sup>3</sup>, tendo sido registado no mês de Agosto o valor de escoamento mínimo (710 dam<sup>3</sup>) e no mês de Fevereiro o valor máximo (308 027 dam<sup>3</sup>).

As representações gráficas da Figura seguinte representam a evolução do armazenamento da Albufeira de Aguieira nos anos hidrológicos 2007/08 e 2008/09, observado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (ver Anexo V).



Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

**Figura 19: Evolução do volume de armazenamento da Albufeira de Aguieira nos anos hidrológicos 2007/08 e 2008/09**

Dos dados do SNIRH registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A) subsequentes às representações gráficas afere-se a evolução dos volumes de armazenamento, verificando-se que, durante os anos hidrológicos de 2007/08 e 2008/09, a maior incidência de volume armazenado ocorreu entre Abril e Junho. O volume médio armazenado na Albufeira da Aguieira, no ano hidrológico 2008/09 é de 314 000 000 m<sup>3</sup>, tendo sido em Maio registado o valor máximo (369 900 000 m<sup>3</sup>) e em Novembro o valor mínimo (256 000 000 m<sup>3</sup>).

No Quadro seguinte apresentam-se os valores registados, no ano hidrológico de 2008/09, em termos de volume afluente, cota e caudais afluentes e efluentes observados na estação hidrométrica em análise.

**Quadro 15: Valores de volume afluente e valores de caudal afluente/efluente registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A)**

Parâmetros registados no período de 2008/09	Valor médio	Valor máximo	Valor mínimo
Volume afluente mensal (dam <sup>3</sup> )	124 394	295 695,00	33 074,00
Caudal afluente médio diário (m <sup>3</sup> /s)	25,71	308,78	---
Caudal efluente médio diário (m <sup>3</sup> /s)	66,19	432,34	---
Cota média da albufeira (m)	118,46	121,94	114,40

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

Da observância dos valores estatísticos decorrentes do SNIRH, o volume afluente mensal é de 124 394 dam<sup>3</sup>, sendo o caudal médio diário afluente de 25,71 m<sup>3</sup>/s, enquanto o caudal efluente médio é de 66,19 m<sup>3</sup>/s (ver Anexo VI).

#### 4.1.2.3 Dados climatológicos

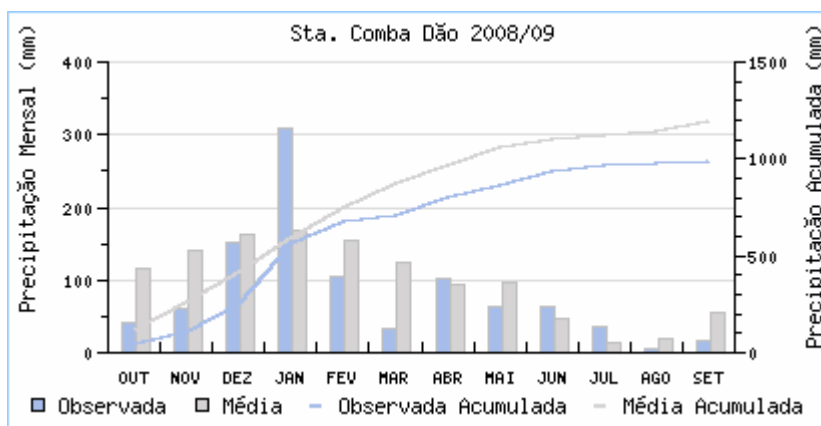
De forma a obter uma caracterização mais fidedigna possível, tendo em conta a proximidade, o número de anos de registos e as características da sua localização, considerou-se como estação udométrica mais representativa do regime de precipitação da área em estudo, a estação de Santa Comba Dão (11I/01G). No Quadro seguinte apresentam-se as características gerais da estação (*ver Anexo VII*).

**Quadro 16: Principais características da estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G)**

<i>Estação</i>	<i>Código</i>	<i>Concelho</i>	<i>Coordenada X (m)</i>	<i>Coordenada Y (m)</i>
<i>Santa Comba Dão</i>	<i>11I/01G</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>201300,293</i>	<i>384938,420</i>

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

A estação udométrica localiza-se na freguesia de S. Joaninho, no Município de Santa Comba Dão e encontra-se em funcionamento automático desde Setembro de 2001. As variações da precipitação medida, na estação udométrica de Santa Comba Dão, no decurso do período de 2008/09, encontram-se representadas na Figura seguinte.



Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

**Figura 20: Precipitação mensal e acumulada registada na estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G), no período de 2008/09**

Face aos valores registados no SNIRH, o valor de precipitação mensal mais elevado corresponde ao mês de Janeiro (309,5 mm), tendo Agosto menor valor de precipitação (5,8 mm). A precipitação média acumulada, no período de 2008/09, é de 986,8 mm, sendo a média mensal acumulada de 1 188,0 mm (*ver Anexo VIII*).

No que concerne aos elementos caracterizadores dos parâmetros climatológicos atendeu-se aos dados estatísticos registados na estação climatológica de Oliveira do Hospital (11J/02C), dado ser próxima da área em estudo e constituir a estação com maior registo de parâmetros e dados. No Quadro seguinte apresentam-se as características de localização da estação Oliveira do Hospital (*ver Anexo IX*).

**Quadro 17: Principais características da estação climatológica de Oliveira do Hospital (11J/02C)**

<i>Estação</i>	<i>Código</i>	<i>Concelho</i>	<i>Coordenada X (m)</i>	<i>Coordenada Y (m)</i>
<i>Oliveira do Hospital</i>	<i>11J/02C</i>	<i>Oliveira do Hospital</i>	<i>222656,289</i>	<i>376798,475</i>

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

Da observância dos dados estatísticos registados na estação de Oliveira do Hospital pode-se aferir os valores referentes aos principais parâmetros climatológicos (*ver Anexo X*). O Quadro seguinte evidência os valores médios, máximo e mínimos da temperatura do ar, humidade relativa, velocidade e direcção do vento.

**Quadro 18: Principais parâmetros climatológicos registados na estação meteorológica de Oliveira do Hospital (11J/02C)**

<i>Parâmetros registados no período de 2008/09</i>	<i>Valor médio</i>	<i>Valor máximo</i>	<i>Valor mínimo</i>
<i>Temperatura do ar média diária (°C)</i>	<i>15,7</i>	<i>28,8</i>	<i>2,8</i>
<i>Humidade relativa média diária (%)</i>	<i>73</i>	<i>100</i>	<i>24</i>
<i>Velocidade do vento média diária (m/s)</i>	<i>1,2</i>	<i>3,7</i>	<i>0,4</i>
<i>Direcção do vento média diária (°)</i>	<i>177</i>	<i>360</i>	<i>11</i>

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

No período de 2008/09, o valor da temperatura do ar média diária foi de 15,7 °C, sendo o valor da humidade relativa de 73%. No que concerne à relação entre a velocidade do vento e direcção constata-se que o valor da velocidade do vento média é de 1,2 m/s, enquanto a direcção predominante do vento é de Noroeste-Sudeste (NO-SE).

### 4.1.3 Modelação da qualidade da água

A modelação da qualidade da água através da utilização de modelos matemáticos é uma prática cada vez mais corrente tendo vindo a consolidar-se como uma nova ferramenta para a gestão dos recursos hídricos.

Os modelos matemáticos de qualidade da água têm tido um desenvolvido apreciável, podendo esta evolução dividir-se, sucintamente em quatro períodos.

De 1925 a 1960, os primeiros modelos estavam vocacionados para os problemas urbanos de cargas poluidoras sem tratamento. O trabalho de modelação, desenvolvido por *Streeter-Phelps* apostava em soluções analíticas de equações limitadas à cinética linear, geometrias simples e fluxo de água contínuo/linear sobre o nível de oxigénio na água, além de modelos relacionados com mecanismos patogénicos (Chapra, 1997).

Na década de 60, os computadores trouxeram um avanço à aplicação de modelos de qualidade da água, que focavam a modelação de oxigénio dissolvido e cargas pontuais de poluição urbana (CBO), mas, nos anos 70, face à evolução dos meios computacionais os modelos passaram a ter representações de processos biológicos, designadamente, processos de eutrofização, empregando soluções analíticas, numéricas e reacções cinéticas não lineares na análise de nutrientes.

A partir da metade da década de 70 os modelos de qualidade da água evoluíram no sentido de modelar a poluição, principalmente a relacionada com risco para a saúde humana, como contaminação por substâncias tóxicas e chuva ácida. Os modelos mais avançados deste período evidenciavam o papel da matéria sólida no transporte e destino de substâncias tóxicas, designadamente na precipitação e ressuspensão dessas substâncias e mecanismos de controlo para as mesmas. Também o fitoplâncton e pequenas partículas orgânicas, dado serem a base da cadeia alimentar e poderem passar, consequentemente, substâncias poluidoras para organismos maiores, passou a ser considerada nos modelos (Chapra, 1997).

Actualmente, por meio de uma visão mais integrada do ecossistema, os modelos passaram a englobar diversos fenómenos, através da inserção de diferentes processos, focalizando uma análise multicritério, ao nível analítico e numérico, cada vez mais próxima da realidade.

Muitas são as terminologias envolvidas para classificar os modelos matemáticos de qualidade da água. Pode-se definir um modelo matemático como uma formulação idealizada que representa a resposta do sistema físico perante estímulos exteriores. Um modelo matemático precisa de analisar a qualidade (resposta) do meio receptor (sistema) perante uma função considerada (estímulos). A relação causa-efeito, entre as cargas e a concentração depende das características físicas, química e biológicas do meio hídrico receptor (Chapra, 1997).

Segundo Chapra (1997), existem duas formas de abordagem para estimar o factor de assimilação, isto é, as características físicas, química e biológicas do meio hídrico receptor, em relação às cargas: os modelos empíricos e os modelos mecanicistas. Os modelos empíricos baseados na indução ou na abordagem de dados de base, frequentemente envolvem a obtenção de valores de cargas de poluentes de vários sistemas similares/análogos às massas de água em análise.

Os modelos empíricos utilizam ferramentas da estatística, como a regressão linear, para relacionar variáveis dependentes com as variáveis independentes. Estes modelos são úteis na investigação dos relacionamentos de causa/efeito para os fenómenos ocorridos na massa de água (Cox, 2003). A aplicação de modelos empíricos, muitas vezes, limita-se às condições ambientais com as quais o modelo foi calibrado, isto é, características físicas da massa de água, similares àsquelas do modelo de origem, podendo não avaliar detalhadamente as interações entre os parâmetros que contribuem para alteração da qualidade da água.

Por sua vez, os modelos mecanicistas são baseados na dedução ou na abordagem teórica, envolvendo o uso de relações teóricas ou princípios de organização. Os modelos mecanicistas são baseados na conservação da massa, em que, num finito volume, a massa não é gerada nem destruída (Chapra, 1997). Em termos quantitativos o princípio é expresso como um balanço mássico que assume todas as transferências da matéria ao longo do sistema e todas as transformações que ocorrem no sistema.

Apesar da complexidade dos processos hidrológicos, físicos, químicos e biológicos que ocorrem nas massas de água, a adopção de modelos matemáticos tem permitido de uma forma simplificada e prática a compreensão dos processos que ocorrem no meio hídrico. Acresce ainda a faculdade de permitirem a simulação e a estimativa do impacto de descargas poluentes na qualidade das águas, podendo serem utilizados como uma ferramenta para a determinação e controlo das descargas poluentes (Chapra, 1997).

Os modelos matemáticos de qualidade da água devem ser encarados como importantes ferramentas de simulação, uma vez que permitem representar alternativas propostas e simular condições reais. A modelação matemática tem-se mostrado ainda como uma ferramenta de considerável eficácia na monitorização e previsão do comportamento de sistemas ambientais hídricos. A ampla evolução dos modelos matemáticos aliados ao baixo custo operacional, flexibilidade e ao favorável nível dos resultados obtidos, tem levado a que seja considerado como uma ferramenta de apoio à decisão no planeamento e gestão dos recursos hídricos (Castanheira, 2007).

Os modelos matemáticos permitem proporcionar uma visão abrangente dos impactos ambientais resultantes das actividades antropogénicas e não antropogénicas num determinado meio hídrico. Contudo, a escolha de um modelo para determinado estudo deve ser feita de forma crítica, dado que, em alguns

casos, os modelos são apenas uma mera aproximação da realidade, enquanto outros são extremamente precisos e fiáveis para representar a realidade.

A articulação da modelação com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) apresenta a capacidade de representar e analisar características espaciais da superfície terrestre, disponibilizando desta forma ferramentas eficazes para incrementar o grau de definição espacial das bacias e seus constituintes, em número e detalhes descritivos (Zeilhofe, 2003).

A integração de um modelo hidrológico ou, mais especificamente, de um modelo de qualidade de água em ambiente SIG, não se justifica pela necessidade do SIG em processar a modelação, mas pela sua utilidade na melhoria da estimativa de parâmetros de modelos conceptuais, na parametrização das unidades espaciais em modelos distribuídos por sub-bacias, na subdivisão automatizada da bacia em unidades hidrológicas similares, na contextualização espacial dos resultados e na simplificação da aplicação operacional do modelo (Zeilhofe, 2003).

#### **4.1.3.1 Pressupostos da modelação**

O exercício de modelação matemática é caracterizado por um conjunto de equações que descrevem de forma simplificada, ou por vezes mais complexas, os processos de um determinado sistema. Face aos objectivos considerou-se adequado a modelação da qualidade da água, através de uma simulação matemática dos dados disponíveis e mediante os pressupostos seguidamente evidenciados.

A aplicação dos pressupostos de um modelo de qualidade da água perante modelos de transporte de massa tem como suporte teórico o princípio de conservação da massa sobre um volume de controlo infinitesimal, no qual a massa de um determinado constituinte dissolvido não pode ser gerada, nem destruída, mas pode estar em contínuo movimento.

A equação é expressa, quantitativamente, pelo balanço de massa durante um intervalo de tempo finito, representando a transferência de massa através do contorno do sistema e as fontes internas ou externas de substâncias dissolvidas ou em suspensão na massa de água. De acordo com Chapra (1997), num período de tempo finito esta relação pode ser expressa da seguinte forma:

$$\text{Acumulação} = \text{Cargas} \pm \text{Transporte} \pm \text{Reacções} \quad \text{[Equação 1]}$$

O termo “Cargas”, na equação de transporte de massa, agrega as perdas ou ganhos dentro do volume simulado. Resulta das fontes externas, principalmente da contribuição pontual de descargas de águas



residuais urbanas, domésticas e industriais, mas também da contribuição difusa resultantes das actividades agrícolas, erosão e do escoamento subterrâneo.

O termo “Transporte” encontra-se associado ao movimento das substâncias no meio líquido que dependem, principalmente, de dois fenómenos: a advecção e a difusão. A advecção resulta do movimento unidireccional de uma substância devido à velocidade da massa de água, não havendo mudanças da substância que é transportada. Por outro lado, a difusão refere-se ao movimento de massa devido à aleatória mistura da água, isto é, pela mistura da substância devido aos gradientes de velocidade. Numa escala menor, o transporte ocorre por difusão molecular, em virtude do movimento *Browniano* das moléculas em direcção aos gradientes de concentração negativos do poluente e, por difusão turbulenta, devido à natureza turbulenta dos rios. Estas duas últimas formas de transporte de substâncias dissolvidas no meio líquido são negligenciadas na maioria dos casos (Chapra, 1997).

Por sua vez, o termo “Reacção” refere-se às reacções químicas, físicas ou biológicas responsáveis pelas fontes internas, tais como, sedimentação, rearejamento, decaimento químico ou bioquímico, consumo biológico e produtos da respiração aeróbica ou anaeróbica, dependendo do constituinte dissolvido em questão.

Num sistema de mistura completa, também designado como “*CSTR - Continuously Stirred Tank Reactor*”, considera-se que o meio e os seus constituintes estão suficientemente bem misturados e uniformemente distribuídos. Este tipo de caracterização é muitas vezes utilizado na modelação de lagos e represas (Chapra, 1997).

De um modo geral, a modelação matemática da qualidade da água num sistema com estas características, pode ser retratado em termos de balanço mássico e por um período de tempo finito, da seguinte forma:

$$\text{Acumulação} = \text{Carga afluyente} - \text{Carga descarregada} - \text{Reacção} - \text{Sedimentação} \quad \text{[Equação 2]}$$

Assim, a “Acumulação” representa a variação da massa no sistema ao longo do tempo, assumido que o volume na massa de água é constante. A “Carga afluyente” é a massa que entra no sistema derivada das mais diversas fontes. A “Carga descarregada” ou efluente é a massa transportada pela massa de água através da corrente efluente. A “Reacção” é a componente associado às diferentes formas de remoção/reacção dos poluentes no sistema. Por sua vez, a “Sedimentação” é formulada como o fluxo de sedimentos que atravessa a área de superfície e que sedimentam.

Em termos matemáticos, o termo “Acumulação” representa a variação da massa ( $M$ ) no sistema num determinado período de tempo ( $t$ ), conforme equação seguinte:

$$\text{Acumulação (A)} = \Delta M / \Delta t \quad \text{[Equação 3]}$$

Atendendo a que a massa ( $M$ ) encontra-se relacionada com a concentração ( $c$ ) e o volume ( $V$ ) do sistema, através da equação seguinte,

$$c = M / V \quad \text{[Equação 4]}$$

obtendo-se a equação:

$$\text{Acumulação (A)} = V (\Delta c / \Delta t) = V (dc / dt) \quad \text{[Equação 5]}$$

A massa acumulada, tal como a concentração, pode aumentar com o tempo (positivo  $dc/dt$ ) ou diminuir quando a concentração decresce com o tempo (negativo  $dc/dt$ ). Porém, no caso de sistema estacionário a massa permanece constante ( $dc/dt = 0$ ), sendo as unidades do balanço mássico, massa por tempo.

A “Carga afluente” ( $W_{in}$ ) consiste na massa que entra no sistema, de forma instantaneamente distribuída no volume, derivada de várias fontes, isto é, a taxa de massa que entra no sistema em função do tempo, podendo ser relacionada com o caudal volumétrico ( $Q$ ) do sistema e, consequentemente, com a concentração das cargas de entrada ( $c_{in}$ ):

$$\text{Carga afluente (W}_{in}) = W(t) = Q \cdot c_{in}(t) \quad \text{[Equação 6]}$$

A carga efluente consiste na “Carga descarregada” ( $W_{out}$ ) e/ou transportada pelo sistema, sendo por definição, função do caudal afluente e da respectiva concentração:

$$\text{Carga descarregada (W}_{out}) = Q \cdot c \quad \text{[Equação 7]}$$

A componente “Reacção” pode ser representada de diversas maneiras por forma a formular as reacções dos poluentes na água, sendo comum representar pelo produto entre o coeficiente de reacção ( $k$ ), o volume ( $V$ ) e a concentração ( $c$ ):

$$\text{Reacção (R)} = k \cdot V \cdot c \quad \text{[Equação 8]}$$

Por sua vez, a componente “Sedimentação” assume-se como o produto entre a velocidade aparente de sedimentação ( $v$ ), a área de sedimentação ( $As$ ) e a concentração ( $c$ ):

$$\text{Sedimentação } (S) = v.As.c \quad \text{[Equação 9]}$$

Desde modo, por assimilação dos termos obtêm-se a equação de um modelo matemático que representa o balanço mássico considerado para a simulação:

$$V (dc / dt) = W(t) - Q.c - k.V.c - v.As.c \quad \text{[Equação 10]}$$

Assim, a concentração e o tempo constituem as variáveis dependentes e independentes dado a modelação permitir estimar a concentração em função do tempo. O termo “carga” apresenta-se no modelo como a função que representa a maneira como as “forças” externas influenciam o sistema. Os restantes parâmetros quantitativos ou coeficientes específicos permitem a aplicação do modelo.

A estimativa da concentração teve por base o pressuposto de que a Albufeira da Aguieira é um sistema de mistura completa. Matematicamente, num sistema em que a carga é constante num período de tempo, existe um equilíbrio dinâmico, denominado estado estacionário, onde a acumulação é zero ( $dc/dt = 0$ ), podendo ser estimada através de um factor de assimilação, conforme a equação seguinte,

$$c = W / (Q + k.V + v.As) = W/a \quad \text{[Equação 11]}$$

onde o factor de assimilação ( $a$ ) é definido por:

$$a = Q + k.V + v.As \quad \text{[Equação 12]}$$

Uma alternativa de formular as cargas descarregadas prende-se com a determinação de uma função de transferência ( $\beta$ ), pela seguinte equação:

$$\beta = Q / (Q + kV + v.As) \quad \text{[Equação 13]}$$

A função de transferência representa a maneira como o sistema transforma as cargas afluentes (*inputs*) em cargas efluentes (*outputs*). Assim se,  $\beta$  for inferior a um ( $\beta \leq 1$ ) os mecanismos de remoção da massa de água irão actuar na redução do nível de poluição, e no caso contrário ( $\beta > 1$ ) os mecanismos de remoção da massa de água apresentam uma capacidade mínima (Chapra, 1997).

Num sistema estacionário, admitindo que o fluxo de água se resume ao caudal (assumindo que a evaporação é igual à precipitação), a avaliação do tempo de residência ( $T_w$ ) no sistema pode ser determinada pela seguinte equação:

$$T_w = V / Q \quad \text{[Equação 14]}$$

Por sua vez, admitindo que o tempo de residência de uma substância ou partícula, isto é do poluente ( $T_c$ ), para além de ser afectado pelo caudal é igualmente afectado pela componente “Reacção” e “Sedimentação”, pelo que por substituição tem-se a seguinte equação:

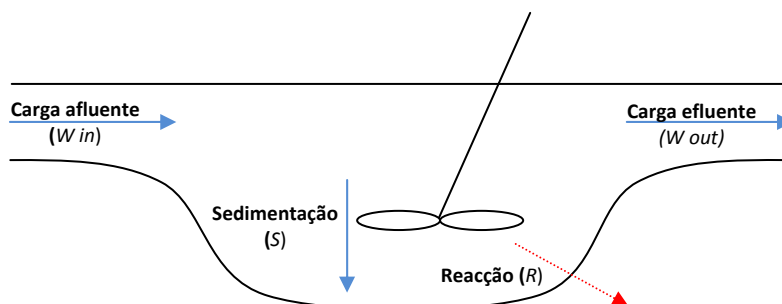
$$T_c = V / (Q + k \cdot V + v \cdot A_s) \quad \text{[Equação 15]}$$

#### 4.1.3.2 Metodologia de cálculo para a simulação

Os pressupostos da metodologia adoptada referem-se a uma abordagem de carácter expedito que visa como objectivo a introdução e iniciação da modelação matemática da qualidade da água na Albufeira da Aguieira. Nesta abordagem procurou-se sempre que possível adoptar dados de medições reais, em detrimento de dados calculados/estimados ou valores de referência de outras realidades distintas da do estudo de caso. Porém, dada a escassez de alguns dados e parâmetros fidedignos, nem sempre foi possível.

Na simulação da qualidade da água, toda aplicação bem sucedida deve passar, primeiramente, pela etapa de caracterização do meio hídrico, de maneira a representar o ecossistema face aos aspectos hidráulicos e ao comportamento físico-químico e biológico das variáveis envolvidas.

A Figura seguinte permite a representação esquemática do balanço mássico, num sistema de mistura completa, neste caso a Albufeira da Aguieira.



**Figura 21: Representação esquemática do balanço mássico considerado na simulação da Albufeira da Aguieira**

Da observância da Figura identificam-se as entradas no sistema, em que as setas representam as fontes dos poluentes em função das componentes consideradas no balanço mássico. A seta de cor vermelha permite identificar a componente “Reacção”, distinguindo-se das componentes derivadas dos mecanismos de transporte (cor azul).

Outras fontes poderiam ter sido incluídas no balanço mássico, contudo numa primeira abordagem considerou-se serem estas as componentes mais significativas na avaliação da poluição da Albufeira da Aguieira. Atendendo aos pressupostos anteriormente mencionados procurou-se estimar a concentração de poluentes, em termos de CBO<sub>5</sub>, CQO, SST, N e P, atendendo às fontes poluidoras existentes no zonamento definido (distanciamento máximo de 1 km, a partir da cota do Nível Pleno de Armazenamento) que contribuem para as cargas poluentes na Albufeira da Aguieira.

Para a modelação matemática em apreço foram necessários dados de entrada para a simulação da qualidade da água. A determinação da componente “Carga” teve por base a quantificação das cargas derivadas das fontes poluentes da zona de estudo.

Para este levantamento foram considerados os dados existentes nos processos (Processos de licenciamento da ARH Centro, I.P.) informatizados e referenciados através do sistema de informação da ARH Centro, I.P.. Porém, do levantamento efectuado, embora se verifique a existência de um conjunto de informação associada aos processos de licenciamento de utilização dos recursos hídricos, a informação constante dos mesmos é, muitas vezes, escassa e encontra-se desactualizada.

Deste levantamento observou-se a existência, na zona de estudo, de uma variedade de utilizações dos recursos hídricos, designadamente, estações de tratamento de águas residuais urbanas e industriais, fossas sépticas, unidades agro-pecuárias (boviniculturas, suiniculturas e aviculturas) e, ainda, de captações subterrâneas, conforme indicado anteriormente.

Na estimativa das cargas poluentes apenas foram apuradas a carga proveniente das descargas directas efectuadas pelas utilizações, na zona definida, em linhas de água afluentes à Albufeira e à carga afluente proveniente dos dois principais rios afluentes à Albufeira da Aguieira, não tendo sido consideradas as contribuições de fontes poluidoras que efectuam a descarga no solo.

Para a quantificação da carga poluente das ETAR, atendeu-se aos valores constantes nos relatórios de autocontrolo existentes, designadamente no último ano, sempre que possível. Na ausência de dados de autocontrolo optou-se por quantificar a carga gerada atendendo aos valores previamente estimados aquando da aferição, pela ARH Centro, I.P., da taxa de recursos hídricos (componente de descarga de efluentes das actividades susceptíveis de causarem um impacte negativo significativo no estado de

qualidade ou quantidade de água). Dado a inexistência de dados relativos ao parâmetro Sólidos Suspensos Totais adoptou-se um valor de capitação de 90 g/hab/dia<sup>13</sup> para a quantificação das cargas em função do equivalente populacional (e.p.) de cada ETAR (*ver Anexo XI*).

No caso das fossas sépticas domésticas constatou-se que os sistemas de tratamento existentes consistem em apenas dois sistemas associados a fossas estanques (recolhidas periodicamente pelos serviços municipalizados). Dado o reduzido número destas utilizações considerou-se desprezável a sua contribuição, na medida em que as águas residuais domésticas são recolhidas periodicamente e encaminhadas para as ETAR mais próximas.

No caso das unidades agro-pecuárias verificou-se que, em termos de licenciamento da utilização dos recursos hídricos, as descargas tanto podem ser efectuadas no solo como no meio hídrico. Aliás, a prática comum, salvo determinadas situações decorrentes de normativo próprio, reside no espalhamento das águas residuais (chorumes) no solo.

Através do levantamento efectuado constatou-se que do universo das unidades agro-pecuárias, a maioria das unidades (93,1%) efectuam a descarga no solo, através do espalhamento das águas residuais, sendo que apenas duas unidades (6,9%) efectuam a descarga do efluente para linhas de água. Dada a inexistência de dados de autocontrolo dos efluentes descarregados estimou-se a carga descarregada em função dos valores de capitação indicados no Quadro seguinte.

**Quadro 19: Capitações da carga poluente proveniente de unidades de pecuária por animal**

<i>Parâmetros</i>	<i>Suiculturas (g/animal/dia)</i>	<i>Boviculturas (g/animal/dia)</i>
<i>CBO<sub>5</sub></i>	180	405
<i>CQO</i>	450	458
<i>SST</i>	270	5 000
<i>N</i>	24	165
<i>P</i>	9	55

*Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (INAG, 2001)*

Face a estes pressupostos, na medida em que as unidades em causa se referem a suiculturas, procedeu-se à estimativa das cargas, atendendo ao número de animais de cada instalação em função das capitações definidas para cada parâmetro (*ver Anexo XI*).

<sup>13</sup> Valor de referência indicado no Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (INAG, 2001).

Das duas unidades agro-industriais verificou-se que na unidade referente ao lagar olivícola o efluente encaminhado para um tanque de decantação e, posteriormente, descarregado no solo. Por sua vez, a outra unidade, associada à actividade de lacticínios, armazena o efluente numa fossa estanque, sendo depois encaminhado para a ETAR de Tábua. Neste contexto, para a simulação do modelo não foram consideradas as suas cargas, assim como não foi ponderada a carga poluente relativa à unidade industrial, dado não existirem quaisquer elementos que permitissem quantificar a sua carga.

Para além das contribuições de carga poluente aferidas, na simulação também se atendeu as cargas poluentes provenientes do rio Dão e do rio Mondego, resultantes de descargas e arrastamentos de poluentes a montante da entrada na Albufeira da Aguieira.

Para a quantificação das cargas afluentes provenientes dos rios teve-se em consideração os valores de concentração registados, para os parâmetros de CBO<sub>5</sub>, CQO, SST, N e P, nas estações de qualidade da água de Aguieira-St.<sup>a</sup> Comba Dão e Aguieira-Pinheiro Ázere/Tábua (*ver Anexo XII*).

As afluições provenientes do rio Criz não foram consideradas devido a inexistência/indisponibilidade de acesso aos dados hidrométricos e de qualidade da água constantes do SNIRH. Neste contexto torna-se importante salientar que, da observância de um aviso, constante na base de dados do SNIRH, a manutenção das estações de monitorização (rede meteorológica, hidrométrica e qualidade automática) encontra-se suspensa desde Junho de 2009, o que poderá ocasionar falhas na disponibilização de dados ao público.

Para além deste facto, constatou-se que grande parte das estações hidrométricas próximas da área de estudo se encontra desactivada (11I/01H, 11I/02H, 11I/03H, 11I/04H, 11I/05H, 11I/06H, 11I/07H, 11I/08H) desde o início da década de 80 devido à construção da Barragem da Aguieira ou, então, estão suspensas (11I/10H e 11J/01H), pelo que foram adoptados os caudais registados na estação da Aguieira-EDP.

Para além destas fontes de poluição pontual, existem outras fontes de origem difusa, nomeadamente as derivadas da agricultura, do arrastamento de contaminantes e da erosão do solo, que não foram consideradas para esta fase da modelação.

O Quadro seguinte resume as estimativas das cargas poluentes geradas, em termos de CBO<sub>5</sub>, CQO, SST, N e P, atendendo às utilizações que efectuam as descargas de poluentes para a Albufeira da Agueira.

**Quadro 20: Cargas poluentes geradas em função da proveniência (fonte poluidora)**

<i>Proveniência da carga gerada</i>	<i>CBO<sub>5</sub> (kg/dia)</i>	<i>CQO (kg/dia)</i>	<i>SST (kg/dia)</i>	<i>N (kg/dia)</i>	<i>P (kg/dia)</i>
<i>ETAR</i>	4 409,43	16 430,26	443,97	1 747,34	288,22
<i>Fossas sépticas</i>	-	-	-	-	-
<i>Indústrias</i>	-	-	-	-	-
<i>Suiculturas</i>	1 116,00	2 790,00	1 674,00	148,80	55,80
<i>Boviculturas</i>	-	-	-	-	-
<i>Aviculturas</i>	-	-	-	-	-
<i>Carga afluente do rio Mondego</i>	6 948,36	40 610,61	38 240,44	1 977,00	119,95
<i>Carga afluente do rio Dão</i>	8 139,00	46 228,39	31 038,84	2 943,28	564,22
<i>Total das cargas</i>	20 612,80	106 059,26	71 397,25	6 816,41	1 028,19

Da observância dos dados obtidos verifica-se que a carga total estimada de CBO<sub>5</sub> é de 20 612,80 kg/dia, a de CQO de 106 059,26 kg/dia e a de SST de 71 397,25 kg/dia. No que se refere aos parâmetros Azoto e Fósforo, a carga quantificada foi de 6 816,41 kg/dia e 1 028,19 kg/dia, respectivamente.

Constata-se ainda que, em termos de CBO<sub>5</sub>, as contribuições afluentes do rio Dão e Mondego são as mais representativas, respectivamente com 33,7% e 39,5%, enquanto as ETAR representam cerca de 21,4%. Idêntico comportamento verifica-se para os restantes parâmetros, com a excepção do parâmetro Fósforo, em que a principal proveniência deriva das ETAR. As contribuições nas suiculturas representam menos de 6%, em todos os parâmetros.

Após estimada a componente “Carga” procedeu-se à determinação da “Reacção” atendendo à fórmula especificada anteriormente para esta componente. Tendo por base o valor de referência indicado na bibliografia (Chapra, 1997) adoptou-se uma taxa de decaimento do poluente de 0,25 dia<sup>-1</sup>, por forma a calcular o coeficiente de reacção (*k*). Os parâmetros meteorológicos auxiliares ao cálculo do coeficiente de reacção (*k*) corrigido à temperatura de 20 °C assentam nos dados do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, designadamente nos valores médios registados na estação climatológica de Oliveira do Hospital (11J/02C). Na estimativa da componente “Sedimentação”, para a velocidade aparente de sedimentação (*v*) adoptou-se os valores de referência indicados no programa QUAL2K (Chapra & Pelletier, 2008).



A aferição do volume associado a cada cota do sistema da Albufeira da Aguieira teve por base a observância dos dados disponíveis no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos relativos às curvas de volume armazenado para a Albufeira da Aguieira registados na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (ver *Anexo XIII*).

Para a realização das simulações das concentrações na Albufeira da Aguieira foram seleccionados três cenários distintos, um primeiro cenário (Cenário 1) referente a um volume armazenado na Albufeira à cota correspondente ao Nível de Máxima Cheia (126,0 m), um segundo cenário (Cenário 2) que admite a cota do Nível Mínimo de Exploração (110,0 m), e um cenário (Cenário 3), no qual é adoptada a cota média (118,46 m) no ano hidrológico de 2008/09. O Quadro seguinte evidencia as características e os parâmetros adoptados nos cenários.

**Quadro 21: Valores adoptados na simulação das concentrações na Albufeira da Aguieira**

Parâmetros		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<i>Cota (m)</i>		126,00	110,00	118,46
<i>Volume - V (m<sup>3</sup>)</i>		450 000 000	207 000 000	312 300 000
<i>Área de superfície - As (m<sup>2</sup>)</i>		1 898 064	1 657 040	1 784 481
<i>Taxa decaimento do poluente - k (dia<sup>-1</sup>)</i>		0,25	0,25	0,25
<i>Velocidade aparente de sedimentação - v (m/dia)</i>	<i>CBO<sub>5</sub></i>	1	1	1
	<i>CQO</i>	1	1	1
	<i>SST</i>	1,304	1,304	1,304
	<i>N</i>	---	---	---
	<i>P</i>	1,999	1,999	1,999

Na modelação matemática torna-se igualmente importante a calibração do método a partir de um conjunto inicial de dados e parâmetros disponíveis, que pela sua manipulação permite-nos a aferição matemática do modelo com o intuito de simular o comportamento do sistema. Deste modo, a aferição das equações matemáticas teve como base a simulação de exemplos constantes na bibliografia de referência, em particular, a de Chapra (1997) (ver *Anexo XIV*).

Face a estes pressupostos procedeu-se à simulação das concentrações afluentes à Albufeira da Aguieira, provenientes das fontes poluidoras, conforme preconizado nos objectivos da presente dissertação. Os resultados das simulações efectuadas, bem como os valores das variáveis e restantes parâmetros considerados encontram-se descritos em Anexo (ver *Anexo XV*).

#### 4.1.3.3 Discussão dos resultados obtidos

O primeiro cenário considerado (Cenário 1) pretendeu representar uma situação em que a cota máxima (nível de cheia) origina um maior armazenamento de volume, o que poderá ser verificado em situações extremas (elevada pluviosidade ou cheias).

O Cenário 2, por sua vez, pretendeu simular o comportamento das concentrações atendendo a uma diminuição significativa de volume, o que acontece em situações de seca (períodos de estiagem) ou de elevada utilização dos recursos hídricos.

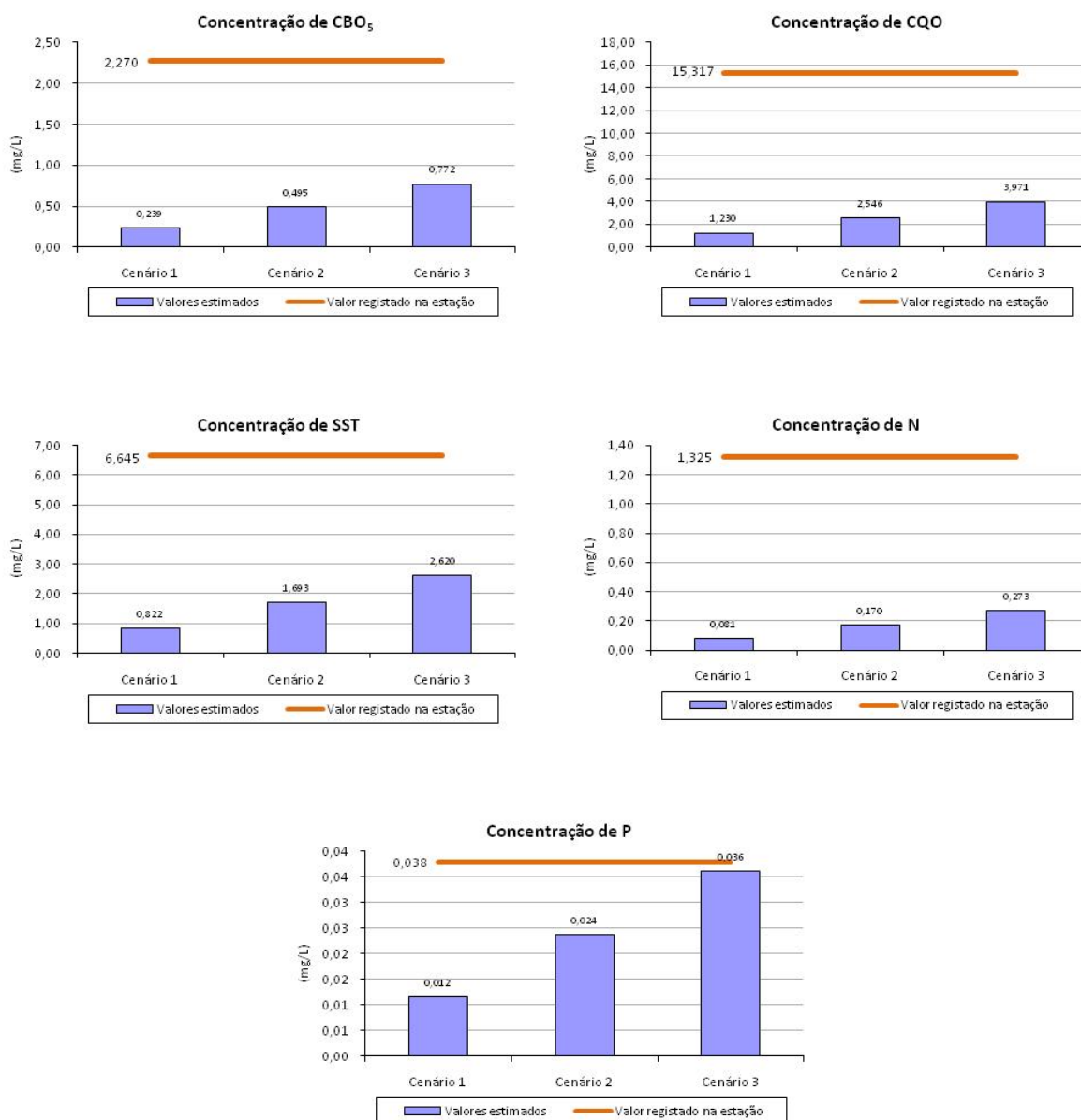
Por sua vez, o Cenário 3 corresponde àquele que mais se aproxima da realidade, na medida em que o volume armazenado na Albufeira da Aguieira é controlado pelo Sistema Aguieira-Raiva-Fronhas, em função das necessidades de utilização. O Quadro seguinte apresenta a síntese dos resultados estimados.

**Quadro 22: Resultados estimados face aos cenários adoptados na simulação das concentrações na Albufeira da Aguieira**

<i>Cenário</i>	<i>CBO<sub>5</sub> (mg/L)</i>	<i>CQO (mg/L)</i>	<i>SST (mg/L)</i>	<i>N (mg/L)</i>	<i>P (mg/L)</i>
1	0,239	1,230	0,822	0,081	0,012
2	0,495	2,546	1,693	0,170	0,024
3	0,772	3,971	2,620	0,273	0,036

Da observância dos resultados estimados verifica-se que as concentrações mais elevadas incidem no Cenário 3 para todos os parâmetros. Por outro lado o Cenário 1 evidencia os valores menos elevados.

A próxima Figura evidencia a representação gráfica dos valores de concentração estimados, para cada parâmetro, face aos cenários simulados, em relação aos valores registados na estação da qualidade da água da Albufeira da Aguieira.



**Figura 22: Representações gráficas dos resultados estimados na Albufeira da Aguieira**

Da observância das representações gráficas constata-se que os valores estimados para a concentração dos poluentes encontram-se todos abaixo dos valores registados na estação da qualidade da água da Albufeira da Aguieira (11H/05). Contudo, o parâmetro Fósforo, no Cenário 3 encontra-se próximo do valor registado. A menor concentração dos poluentes verifica-se no Cenário 1, seguido dos Cenários 2 e 3, devido à variação do volume de armazenamento da Albufeira.

O Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos (para consumo humano, para suporte da vida aquícola, balneares e rega).

Com o objectivo de avaliar e interpretar a magnitude dos impactes da concentração dos diversos poluentes considerados na qualidade da água e tendo em conta os usos da água da zona em estudo, procedeu-se à comparação dos resultados obtidos com as normas de qualidade da água constantes do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, nomeadamente, no que se refere ao Anexo I (Qualidade das águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano), Anexo XV (Qualidade das águas balneares), Anexo XVI (Qualidade das águas destinadas à rega) e Anexo XXI (Objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais).

No Quadro seguinte apresentam-se os Valores Máximos Admissíveis (VMA) e/ou os Valores Máximos Recomendáveis (VMR) dos principais parâmetros estipulados no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

**Quadro 23: Normas de qualidade da água de alguns parâmetros para os diversos usos da água estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto**

Parâmetro (mg/L)	Anexo I						Anexo XV		Anexo XVI		Anexo XXI
	A1		A2		A3						
	VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA	VMA
CBO <sub>5</sub>	3	---	5	---	7	---	---	---	---	---	5
CQO	---	---	---	---	30	---	---	---	---	---	---
SST	25	---	---	---	---	---	---	---	---	60	---
Azoto Kjeldahl	1	---	2	---	3	---	---	---	---	---	2
Fosfato	0,4	---	0,7	---	0,7	---	---	---	---	---	---
Azoto amoniacal	0,05	---	1,00	1,50	2,00	---	---	---	---	---	1
pH	6,5-8,5	---	5,5-9,0	---	5,5-9,0	---	---	6,0-9,0	6,5-8,4	4,5-9,0	---
Coliformes fecais (MPN/100ml)	20	---	2 000	---	5 000	---	100	2 000	---	100	---
Coliformes totais (MPN/100ml)	50	---	5 000	---	50 000	---	500	10 000	---	---	---
Estreptococos fecais MPN/100ml	20	---	1 000	---	1 000	---	100	---	---	---	---

Fonte: Adaptado do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

Através da comparação dos valores obtidos constata-se que a concentração estimada para todos os parâmetros se encontra em conformidade com os Valores Máximos Admissíveis e Valores Máximos

Recomendados estabelecido no Anexo I, para todas as classes de água destinadas à produção de água para consumo humano (A1, A2 e A3)<sup>14</sup>.

Consoante a sua qualidade, as águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano são classificadas nas classes A1, A2 e A3, em conformidade com as disposições normativas estabelecidas no Anexo I, encontrando-se atribuído, de acordo como Anexo II, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, a cada classe o correspondente esquema de tratamento tipo. Deste modo, as águas de classe A1 deverão ser sujeitas a tratamento físico e desinfecção, as águas de classe A2 deverão ser sujeitas a tratamento físico, químico e desinfecção, e por último as águas de classe A3 deverão ser sujeitas a tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

Neste contexto, face às concentrações estimadas, o eventual tratamento a adoptar para uma ETA que captasse água da Albufeira da Aguieira para consumo humano em função da classe da água poderia residir, de acordo com o Anexo II, num dos seguintes tipos de tratamento: Classe A1 - tratamento físico e desinfecção, Classe A2 - tratamento físico e químico e desinfecção ou Classe A3 - tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

Contudo, esta análise é indicativa dos cenários simulados, pelo que deverá ser efectuada com algumas reservas, na medida em que os resultados obtidos referem-se a estimativas que contemplam apenas parte das cargas afluentes à Albufeira da Aguieira.

Da observância do Anexo XXI, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, relativo aos objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais constata-se a conformidade com o normativo estabelecido. De referir que, de acordo com os dados do SNIRH, o parâmetro condicionante da qualidade da água da Albufeira da Aguieira refere-se apenas ao pH.

Sendo a Albufeira da Aguieira uma massa de água de fins múltiplos procedeu-se também à comparação dos resultados obtidos com os valores normativos do Anexo XV, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, referente à qualidade das águas balneares e do Anexo XVI do mesmo diploma, sobre a qualidade das águas destinadas à rega, tendo-se observado que as concentrações estimadas não apresentam implicações para estas utilizações. Contudo, é de salientar que para uma análise mais rigorosa deveriam ser abordados na simulação outros parâmetros, em particular, os metais pesados e os parâmetros de ordem microbiológica/patogénica, especialmente determinantes nas questões de salubridade pública.

---

<sup>14</sup> A1- Águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano; A2 - Águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano e A3 - Águas de abastecimento para consumo humano - alínea a), do n.º 2, do artigo 1º, Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

Atendendo aos valores estimados para a função de transferência ( $\beta$ ) constatou-se que o valor é inferior a um ( $\beta \leq 1$ ), logo depreende-se que os mecanismos de remoção da massa de água da Aguieira irão actuar na redução do nível de poluição de forma favorável.

Da determinação do tempo de residência do poluente ( $T_c$ ) verifica-se que a presença do poluente no sistema é de 5,33 dias, para o Cenário 1, de 5,17 dias para o Cenário 2 e de 4,99 dias para o Cenário 3.

#### **4.1.3.4 Conclusões e recomendações/propostas futuras**

No presente estudo foi adoptada uma atitude conservativa no que se refere às simulações efectuadas. Os resultados obtidos, atendendo aos valores registados da qualidade da água na Albufeira, apresentam uma aproximação da realidade, oferecendo uma primeira indicação das contribuições na zona definida, pelo que deverão ser analisados com as devidas reservas. O facto de os resultados obtidos estarem abaixo dos valores registados na estação da Aguieira-EDP, poderá significar que outras fontes poluentes não contempladas, dado o zonamento definido, mas existentes na bacia hidrográfica da Aguieira, são representativas para a aferição das cargas de entrada no sistema. Assim, tendo em consideração a avaliação de impactes efectuada, é possível concluir que poderão existir acréscimos de concentrações de poluentes no meio receptor.

A utilização deste modelo de simulação matemática, tal como outros modelos, requer dados de entrada. A adopção de outros valores para as variáveis de entrada poderá permitir a representação de outras condições, em particular mais desfavoráveis, constituindo assim cenários mais conservadores e mais seguros para a uma adequada gestão dos recursos hídricos. Estes dados constituem a condição de fronteira do modelo, cuja exactidão dos valores é determinante para a avaliação de cenários fidedignos da qualidade da água.

Na abordagem da modelação da qualidade da água da Albufeira da Aguieira foram sentidas algumas limitações. Estas limitações passaram, numa primeira fase, pela caracterização da situação de referência da zona em estudo, seguida pela obtenção de dados relativos às fontes poluidoras, até à definição dos pressupostos do modelo face aos dados existentes.

O levantamento das fontes poluidoras teve por base os dados informatizados e referenciados através do sistema de informação existente na ARH Centro, I.P., sendo que a cada processo de licenciamento corresponde uma coordenada geográfica. De salientar que alguns processos não possuem dados de geo-referenciação da localização das utilizações dos recursos hídricos, pelo que se encontram

geo-referenciados pelo centróide da freguesia. Este facto poderá ocasionar para além de uma sobreposição de informação, a inexactidão da informação quanto ao local da infra-estrutura.

Para além desta situação, acresce ainda o facto de apenas estarem geo-referenciadas o local das unidades detentoras de título de utilização dos recursos hídricos e não o local efectivo das descargas dos efluentes tratados. Torna-se assim preponderante a existência de um cadastro das utilizações dos recursos hídricos, que contenha não só a geo-referênciação do local (área de implantação) da infra-estrutura, mas também a localização do local de descarga dos efluentes tratados. A concretização deste aspecto permitirá a simulação de cenários da qualidade da água com um maior rigor, dado a possibilidade de serem adoptados a simulação da qualidade da água em troços específicos.

Um factor preponderante para este tipo de análise seria a articulação da informação processual das utilizações dos recursos hídricos com os Sistemas de Informação Geográfica. Este aspecto poderia fornecer uma melhor capacidade de representação e análise das características espaciais das bacias hidrográfica e, consequente, da Albufeira da Aguieira. Os detalhes descritivos de cada utilização poderiam ser integrados num modelo hidrológico ou, mais especificamente, de um modelo de qualidade de água em ambiente SIG. A utilidade desta função permitiria uma melhoria da estimativa dos parâmetros poluentes e uma contextualização espacial dos resultados.

Na medida em que poderá haver o desconhecimento da existência de eventuais utilizações dos recursos hídricos e, de também, haver processos que ainda não se encontram devidamente informatizados constata-se a possibilidade de poder haver um acréscimo de utilizações dos recursos hídricos que não foram consideradas na modelação. Por forma a se apurar outras utilizações dos recursos hídricos ainda não licenciadas poderá ser efectuado o cruzamento dos dados existentes com outros dados de outras entidades e/ou adopção de uma atitude de maior fiscalização/verificação no local.

Face às exigências e obrigações impostas pela Lei da Água cabe, actualmente, às Administrações de Regiões Hidrográficas, desenvolver um trabalho de acompanhamento e controlo da avaliação das condições de descarga e de satisfação das obrigações legais, para que se possa actuar de forma consistente em termos de fiscalização e prevenção.

Um outro aspecto verificado prende-se com os Planos de Ordenamento da Albufeira. No decurso da caracterização da zona de estudo constatou-se que as utilizações dos recursos hídricos nem sempre respeitam a conformidade legal relativa à zona envolvente de protecção numa faixa de 500 ou 200 m, contados a partir do nível de pleno armazenamento da albufeira. De referir que, tanto nas zonas de plano de água e de protecção da albufeira, de acordo os disposto na Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro, encontra-se interdita a descarga de águas residuais urbanas ou industriais,

sendo apenas permitida a descarga de águas residuais urbanas na albufeira provenientes de aglomerados com uma população equivalente inferior a 2 000, quando se submetam a um tratamento secundário e com uma população equivalente superior a 2 000, quando aquelas se submetam a um tratamento mais rigoroso que o tratamento secundário. Torna-se assim determinante que seja estabelecido um maior rigor e/ou regularização no estabelecimento das utilizações dos recursos hídricos adjacentes à Albufeira da Aguieira.

O diagnóstico das cargas afluentes à Albufeira da Aguieira foi efectuado com base nos elementos processuais da ARH Centro, I.P.. Uma das dificuldades mais persistentes durante o levantamento das fontes poluidoras prendeu-se com a falta de informação caracterizadora das mesmas, não só relativamente ao seu estado de actividade, mas também quanto ao nível de elementos caracterizadores dos sistemas de tratamento. De referir que a maioria dos dados constantes nos processos de licenciamento das utilizações não se encontram informatizados. Este facto origina uma morosidade no apuramento, análise e validação das cargas poluentes de cada utilização face às condições impostas no título de recursos hídricos.

No que se refere aos elementos caracterizadores dos sistemas de tratamento constatou-se, por vezes, a inexistência de dados de autocontrolo do efluente tratado e/ou, por vezes, lacunas na periodicidade da sua monitorização, atendendo às condições impostas pela licença de utilização dos recursos hídricos. O conhecimento das concentrações rejeitadas permite, para além da verificação da conformidade dos requisitos legais estabelecidos nos títulos de recursos hídricos e na legislação, um maior acompanhamento da evolução do tratamento (eficiência de tratamento) e um maior rigor na utilização destes dados na simulação de cenários da qualidade da água.

Para além do conhecimento quantitativo e qualitativo da concentração dos poluentes, torna-se igualmente importante o conhecimento dos caudais afluentes e rejeitados. Foram diminutos os processos que apresentam dados relativos a estes parâmetros. Pelo que se torna necessário proceder à instalação de medidores de caudais para uma quantificação real dos volumes rejeitados ao longo do tempo. De referir que em alguns casos, a legislação vigente, nomeadamente a Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro, já prevê esta obrigatoriedade.

Observa-se assim a necessidade de futuramente se obter uma maior consistência dos resultados, através da elaboração de um sistema integrado de informação. A introdução, numa primeira fase, de uma efectiva base de dados para o registo do autocontrolo dos resultados analíticos dos sistemas de tratamento permitiria um registo de um histórico de resultados, importantes para a avaliação da evolução dos sistemas de tratamento das ETAR e para o acompanhamento das condições de descarga das águas residuais tratadas.



Para além deste facto, uma análise conjunta de vários históricos relativos a sistemas de tratamentos permite aferir quantitativamente e qualitativamente a carga poluente descarregada num determinado meio hídrico e, conseqüentemente, numa determinada bacia hidrográfica. O conhecimento do histórico constituiria uma mais valia na detecção de eventuais falhas dos sistemas de tratamento, na determinação das eficiências de tratamento, e também, na futura escolha da tipologia dos sistemas de tratamento a adoptar.

O correcto diagnóstico das cargas rejeitadas, assim como o conhecimento quantitativo/qualitativo da massa de água constituem factores determinantes para satisfazer alguns dos pressupostos da modelação da qualidade da água.

No decurso da caracterização de referência da Albufeira da Aguieira atendeu-se aos dados quantitativos/qualitativos do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. Muito embora se verifique a existência de várias estações de monitorização dos parâmetros da qualidade da água e hidrométricos na envolvente à zona de estudo deparou-se não só com a falta de informação actualizada, mas também com a existência de muitas estações desactivadas.

A falta de informação actualizada teve especial incidência na avaliação dos parâmetros de qualidade da Albufeira da Aguieira, designadamente nos dados relativos à “Classificação dos Cursos de Água Superficiais de acordo com as suas Características de Qualidade para Usos Múltiplos” na medida em que os dados mais recentes se referem ao ano de 2007.

Relativamente aos aspectos quantitativos deparou-se apenas com uma estação hidrométrica activa nas proximidades da área de estudo (Aguieira-EDP). De referir que, das estações hidrométricas próximas da área de estudo (6 estações), para além da estação da Aguieira-EDP, encontram-se desactivadas desde o início da década de 80, devido à construção da Barragem da Aguieira.

Perante esta situação constata-se a necessidade de haver a implantação de uma rede de monitorização mais ampla que vise o registo de dados hidrométricos e da qualidade da água, nas principais entradas da Albufeira da Aguieira ou, em alternativa, a realização de campanhas de monitorização de parâmetros da qualidade da água e hidrométricos de carácter pontual em locais específicos. Acresce ainda a necessidade de disponibilização e informação ao público de dados devidamente actualizados por parte das entidades competentes nesta matéria.

Embora utilização das equações matemáticas inerentes à modelação da qualidade da água anteriormente referidas possam permitir uma primeira abordagem na simulação de cenários da qualidade da água na Albufeira da Aguieira, a adopção de pressupostos mais adaptados à situação em causa poderão determinar

resultados mais fidedignos. Os parâmetros utilizados na simulação foram ajustados, dentro da razoabilidade possível, de modo a que os resultados obtidos reflectissem melhor a realidade simulada.

No que concerne aos valores relativos aos coeficientes utilizados na modelação há que atender que, poderão ser adoptados outros valores tendo em conta valores de referência próprios da bibliografia geral, ou em alternativa, a realização de estudos/medições reais que visem aferir dados característicos da realidade em estudo. Para um correcto apuramento da profundidade dever-se-ia ter em consideração dados reais, o que poderia ser colmatado através de medições batimétricas.

A adopção de um valor da taxa de decaimento do poluente mais baixo, determina valores de concentração mais elevados, o que permite um cenário mais conservativo. O mesmo se verifica, se forem considerados, para o cálculo da componente “Sedimentação” valores mais baixos da velocidade aparente de sedimentação dos poluentes.

A Barragem da Aguieira funciona como importante órgão de regulação de caudais, designadamente ao nível do controlo das cheias a jusante. Aliada a esta função, o controlo adequado dos caudais permite a garantia de um caudal ecológico mínimo para jusante que se destina ao abastecimento doméstico, industrial, e também, agrícola após o açude ponte de Coimbra. Acresce ainda as regras de operação e exploração da barragem da Aguieira que implicam, entre outras situações, que no período que decorre entre os princípios de Outubro e meados de Abril, o nível de água na Albufeira seja mantido abaixo da cota 118 m o que corresponde a um volume de encaixe para cheias de cerca de 120 hm<sup>3</sup>.

Torna-se assim importante que exista um efectivo conhecimento das variações de volume ao longo do ano. Para uma avaliação mais rigorosa dos volumes armazenados é essencial o conhecimento das várias contribuições associadas ao volume do sistema que resultam das afluências por precipitação e escoamento superficial e subterrâneo e, também, das perdas que derivam essencialmente da evaporação da massa de água e de fenómenos de escoamento subterrâneo.

Um outro aspecto a ter em consideração refere-se à tipologia das cargas consideradas. Na presente modelação apenas foram consideradas as descargas efectuadas em linhas de água adjacentes à Albufeira da Aguieira. Porém, tendo-se observado que na zona se verifica a existência de um elevado número de unidades agro-pecuárias, numa futura simulação da qualidade considera-se necessário um correcto apuramento e quantificação das cargas pontuais derivadas do espalhamento no solo de águas residuais.

Outras cargas pontuais associadas à contaminação das massas de água, que poderão ser consideradas numa futura análise, derivam da erosão dos solos, devido à desflorestação ou incêndios e do arrastamento de poluentes da agricultura (nitratos e fosfatos).

Muito embora o parâmetro responsável pela qualidade “Razoável” da água na Albufeira da Aguieira seja o pH, não se pode deixar de referir que a Albufeira da Aguieira no rio Mondego e a respectiva Bacia Hidrográfica encontra-se definida como uma Zona Sensível, sujeita a eutrofização (Directiva 75/440/CEE). Neste contexto, numa futura modelação da qualidade da água deverão ser tidos em conta os efeitos de depuração do meio e das reacções biológicas ao nível da eutrofização e nitrificação/desnitrificação.

Aliada às considerações propostas anteriormente, a definição de uma maior área de estudo que circunscreva toda a bacia hidrográfica da Albufeira da Aguieira apresenta-se de uma enorme relevância dado que permitirá abranger um maior número de fontes pontuais e, consequentemente, assegurar uma maior representatividade dos resultados simulados.

Dependendo da situação, a aplicação de modelos fica, por vezes, condicionada não só às condições ambientais da zona em estudo, designadamente, das características da massa de água, das condições climatológicas e hidrométricas, como também das escalas temporais e estatísticas dos valores utilizados, podendo não permitir uma avaliação detalhada das interacções entre os parâmetros que contribuem para alteração da qualidade da água.

Por forma a simular os processos envolvidos independentemente dos factores limitantes anteriormente citados considera-se pertinente a adopção de uma ferramenta com um maior nível de complexidade dos processos envolvidos. Quanto melhor a qualidade e maior a quantidade de dados disponíveis, maiores as probabilidades de o exercício de simulação da qualidade da água ser bem sucedido. Contudo, para trabalhos com modelos de qualidade da água sugere-se que se tenha, *a priori*, um conhecimento adequado dos processos e dos dados de entrada do modelo.

Há uma diversidade de modelos matemáticos de qualidade da água que podem ser aplicados, em função da especificidade de cada situação. Os modelos matemáticos de qualidade da água devem ser encarados como ferramentas de simulação, uma vez que permitem representar alternativas propostas e simular condições reais, proporcionando uma visão abrangente dos impactos ambientais. A escolha de um modelo para determinado estudo deve ser feita de forma crítica, uma vez que, em alguns casos, os mesmos podem ser extremamente precisos e, em outros, os modelos apenas são uma mera aproximação da realidade.

Para trabalhos futuros, para além das considerações propostas, a modelação da Albufeira da Aguieira poderá ser auxiliada pela utilização de um *software* para simulação da qualidade da água em albufeiras, atendendo às devidas necessidades paramétricas associadas ao nível da recolha de informação necessária.

Uma correcta modelação da qualidade da Albufeira da Aguieira permitirá auxiliar a tomada de decisão, no que se refere à implantação e localização de novas infra-estruturas de tratamento de águas residuais e de

abastecimento numa determinada zona e, também, na avaliação do grau de tratamento das ETAR e ETA necessários à melhoria da qualidade das águas e ao cumprimento das disposições legais. A modelação poderá também constituir, através da simulação de cenários, uma importante ferramenta na avaliação de situações extremas e de avaliação de metas de recuperação ambiental dos recursos hídricos.

# Capítulo 5

## Considerações finais

## 5. Considerações finais

A água constitui um dos recursos naturais mais importante para o homem e para o meio ambiente, sendo necessário adoptar medidas de protecção e preservação deste recurso. Tanto em Portugal como na União Europeia, a constatação de que muitos dos recursos hídricos apresentavam indícios de deterioração, levou à adopção de medidas legislativas que obviassem o grave problema da poluição aquática.

Entre as medidas tomadas encontram-se as relacionadas com o serviço de saneamento básico à população, nomeadamente a expansão da rede de drenagem colectora e de sistema de tratamento de águas residuais domésticas. Assim, tem sido objectivo governamental dotar o país de um sistema de saneamento básico, através de sistemas municipais e multimunicipais de recolha e tratamento de águas residuais adequados, de forma a minimizar os efeitos negativos resultantes das descargas de águas residuais urbanas no meio hídrico.

Ao longo destes últimos anos tem se verificado um aumento da taxa de população servida pelo saneamento básico como se pode verificar através dos dados estatísticos decorrentes do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais de 2008. Tem se vindo, assim, a assegurar não só as questões directamente relacionadas com a saúde pública, mas também as relacionadas como a defesa do meio ambiente, designadamente os recursos hídricos.

Actualmente, em Portugal, encontra-se em vigor o Plano Estratégico de Abastecimento de Águas e Saneamento de Águas Residuais para o período de 2007-2013, aprovado através do Despacho n.º 2339/2007 do Ministro do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, publicado em 14 de Fevereiro de 2007.

Este novo Plano Estratégico dá continuidade aos objectivos do PEAASAR I, referente ao período 2000-2006, nomeadamente garantindo o acesso da população a sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais perante os objectivos essenciais de universalidade, continuidade e qualidade do serviço, sustentabilidade do sector e de protecção dos valores ambientais. Relativamente à protecção dos valores ambientais, o PEAASAR II contempla o domínio das boas práticas ambientais para a gestão integrada dos recursos hídricos, do uso eficiente da água e sua reutilização, da gestão das águas pluviais numa perspectiva ambiental e da gestão de lamas.

Em complemento à estratégia adoptada, cuja linha de orientação se centra especialmente no desenvolvimento de sistemas integrados em alta, o PEAASAR II concentra-se, entre outros aspectos,

também nos sistemas em baixa. Este factor é de extrema importância por forma a desenvolver uma articulação entre os sistemas em alta com a vertente em baixa. Para este efeito o PEAASAR II preconiza parcerias entre o Estado e as autarquias tendo em vista a integração das baixas municipais em sistemas multimunicipais existentes ou a criar. O plano visa também criar condições para a cobertura integral dos custos destes serviços, como forma de garantir a sustentabilidade do sector.

A Região Hidrográfica do Centro, em termos de distribuição populacional, é caracterizada por fortes assimetrias, pelo que se verifica que, em termos de populacional servido, as maiores ETAR se localizam na faixa litoral e nas sedes de distrito, sendo que as de menor dimensão se distribuem maioritariamente pela zona interior centro, na qual se localiza a Albufeira da Aguieira. Neste contexto, a aplicação das directrizes do PEAASAR II, permitirão colmatar a falta de articulação entre os sistemas em alta e baixa na Região, possibilitando assegurar uma maior eficiência no tratamento das águas residuais.

Actualmente, a gestão dos recursos hídricos decorre da Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, transposta para a ordem jurídica interna pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, que estabelece as bases para a gestão sustentável das águas assente no princípio da Região Hidrográfica como unidade principal de planeamento e gestão. A entrada em vigor da Lei da Água veio reforçar a necessidade de avaliar e monitorizar os sistemas aquáticos de forma integrada, através da monitorização de parâmetros hidromorfológicos, físico-químicos e biológicos, contribuindo para o seu bom estado e uma gestão sustentável dos recursos hídricos.

Neste contexto considera-se que a gestão dos recursos hídricos terá de se basear numa protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis, particularmente ao nível de água de origem superficial e subterrânea e, ainda ao nível das zonas protegidas, por forma a preservar os ecossistemas aquáticos e promover uma utilização sustentável de água. A base para uma correcta gestão consiste em articular o ordenamento e planeamento dos recursos hídricos de forma integrada, atendendo ao território envolvente e visando compatibilizar, a utilização sustentável desses recursos com a sua protecção e valorização qualitativa e quantitativa das águas.

No caso em estudo, as medidas de ordenamento e planeamento dos recursos hídricos na Albufeira da Aguieira, encontram-se regulamentadas pelo Plano de Ordenamento da Albufeira da Aguieira e Plano Regional de Ordenamento do Território para a Zona Envolvente das Barragens da Aguieira, Coiço e Fronhas que prevê regras para uso, ocupação e transformação do solo na sua envolvente em função da massa de água.

A Albufeira da Aguieira insere-se na bacia hidrográfica do rio Mondego, pelo que para além das características e dos seus próprios limites hidro-geográficos, a Albufeira sofre influência dos recursos

hídricos a montante da sua bacia hidrográfica. Nesta conformidade torna-se necessária uma visão integrada da gestão dos recursos hídricos, nomeadamente, através de uma adequada revisão dos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica por forma a potenciar um melhor ordenamento e planeamento da Aguieira face a eventuais novas exigências da qualidade da água. De referir que actualmente, encontra-se em fase de revisão o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego.

A gestão dos recursos hídricos passa igualmente por uma responsabilização solidária entre os utilizadores e as entidades governamentais. Cabe assim aos utilizadores dos recursos hídricos o dever de desenvolver as actividades que tenham um impacte significativo no estado das águas, ao abrigo de um título de utilização e actuar diligentemente, de modo a evitar qualquer perturbação do estado da água, em especial, qualquer contaminação ou alteração adversa das suas capacidades funcionais.

Os títulos de utilização dos recursos hídricos devem ser encarados como uma responsabilização pela adequada utilização dos recursos, enquanto as taxas de recursos hídricos devem reflectir, não uma responsabilidade económica e financeira, mas sim uma forma de obter um uso económico da água compatível com a manutenção integrada e sustentável dos recursos hídricos.

O regime económico-financeiro aplicável à utilização das águas deverá assim assegurar a internalização dos custos decorrentes das actividades susceptíveis de causar um impacte negativo no estado de qualidade e quantidade das águas, como também a recuperação dos custos das prestações públicas que proporcionem vantagens aos utilizadores ou garantam a qualidade e a quantidade das águas utilizadas, incluindo os custos de escassez.

Compete ao Estado, através da Autoridade Nacional da Água e das respectivas Administrações de Região Hidrográfica, para além dos aspectos inerentes à gestão e planeamento dos recursos hídricos, acompanhar de forma consistente, em termos de fiscalização e monitorização das águas. Este aspecto é preponderante não só para o conhecimento dos aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos, mas também para a melhoria do meio ambiente e da saúde pública ao nível local e regional.

Considera-se assim, dentro das competências definidas por normativo próprio, que se verifique um acompanhamento mais adequado das utilizações existentes na Albufeira da Aguieira, no que concerne à informação quantitativa e qualitativa das águas residuais rejeitadas. A eventual ampliação da rede hidrométrica e de monitorização da qualidade da água na zona permitiria assegurar um melhor conhecimento da massa de água da Albufeira da Aguieira.



Torna-se igualmente importante a disponibilização de informação actualizada sobre os recursos hídricos por forma a promover, em articulação com as entidades governamentais, a participação activa das pessoas singulares e colectivas no que concerne à utilização sustentável dos recursos hídricos.

No contexto da gestão e planeamento dos recursos hídricos a modelação da qualidade da água constitui uma ferramenta de extrema relevância. Contudo, para que a modelação da qualidade da água constitua uma ferramenta fidedigna torna-se necessário ajustar o modelo à massa de água a estudar, atendendo à realidade da bacia hidrográfica, nomeadamente no que se refere às características hidromorfológicas do meio. O levantamento das características de todas as fontes de poluição, pontuais e difusas, assim como o conhecimento das necessidades e usos da água estabelecidos permite estimar padrões de qualidade da água numa bacia hidrográfica.

Com o avanço da ciência e das tecnologias torna-se possível incluir nos modelos de qualidade da água um maior número de variáveis ecológicas capazes de apresentar uma capacidade preditiva significativa do impacto de fluxos de poluição nos cursos de água de uma bacia, dependendo do uso e ocupação do solo.

Face ao horizonte dos resultados esperados, a curto prazo, permite auxiliar na monitorização contínua de parâmetros de qualidade de uma bacia hidrográfica como, por exemplo, em avaliações de causa-efeito no estudo do comportamento de depuração nos rios, das interações entre os processos físico-químicos e estratégias de controlo da poluição na bacia hidrográfica. A médio e longo prazo, o emprego dos modelos permite a avaliação e simulação de cenários da qualidade dos recursos hídricos, possibilitando uma gestão e planeamento dos mesmos face às necessidades de desenvolvimento socioeconómico de uma região, garantindo a salvaguarda ambiental da água.

A utilização da modelação matemática na Albufeira da Aguieira, para além das vantagens anteriormente mencionadas, permite através da conjugação da monitorização e a simulação matemática uma melhor relação entre flexibilidade e custo do que se alcançaria somente com o monitorização *in loco*, considerando a distribuição espacial e temporal da informação gerada.

A modelação adoptada para a Albufeira da Aguieira refere-se a uma primeira abordagem da qualidade da água da Albufeira da Aguieira que, de uma forma expedita, permite a simulação cenários e, consequentemente a interpretação e discussão dos resultados obtidos. Porém, a adopção de um modelo matemático mais rigoroso, ou mesmo de *software* já existente para a modelização da qualidade da água em albufeiras, que contemple outras vertentes e módulos poderá constituir seguramente uma mais valia para a Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P., enquanto entidade responsável pelo planeamento e gestão da RH do Centro. A concretização deste aspecto poderá ser, posteriormente, conjugada e articulada

com um Sistema de Informação Geográfica que contenha informação processual das utilizações dos recursos hídricos das bacias hidrográfica e, consequente, da Albufeira da Aguieira.

Em suma, trata-se de uma ferramenta que poderá auxiliar a avaliação e tomada de decisão nos processos inerentes à emissão de pareceres técnicos e de títulos de utilização dos recursos hídricos, designadamente, em termos de avaliação do tratamento mais adequado para os efluentes, avaliação da localização das ETAR, face a zonas sensíveis, e avaliação das necessidades de tratamento das estações de tratamento de água para compatibilização com a qualidade da água para consumo humano.

# **Bibliografia e outras fontes de informação**

## Bibliografia e outras fontes de informação

### Monografias

Agência Europeia do Ambiente – *Os recursos hídricos da Europa: Uma avaliação baseada em indicadores (Síntese)*. Copenhaga, Serviço das Publicações Oficiais da União Europeia, 2003. ISBN 92-9167-588-1.

Braga, J. – *Guia do Ambiente - As empresas portuguesas e o desafio ambiental*. 1ª Edição. Lisboa: Monitor, 1999. ISBN 972-9413-38-X.

Carrapeto, C. – *Poluição das Águas*. Lisboa: Universidade Aberta, 1999. ISBN 972-674-265-X.

Castanheira, P.; Santos, F. L. – *Utilização do modelo DRENAFEM na simulação da drenagem subsuperficial no Baixo Vouga lagunar*. Universidade de Évora. Departamento de Engenharia Rural. Évora, 2007.

Chapra, S. C. & Pelletier, G. J. – *QUAL2K: a Modeling Framework for simulating river and stream water quality: documentation and user manual*. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, 2008.

Chapra, S. C. – *Surface Water Quality Modeling*. Massachusetts: McGraw Hill, 1997. ISBN 0-07-011364-5.

Coelho, P. S.; Rodrigues, A. C.; Diogo, P. A. – *Modelação da Qualidade da Água no Empreendimento de Fins Múltiplos da Aguieira-Raiva*. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, 1998.

Cox, B. A. - *A review of currently available in-stream water-quality models and their applicability for simulating dissolved oxygen in lowland rivers*. The Science of the Total Environment, 2003.

Cunha, L. V. – *A Gestão da água - Princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal*. 1ª Edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.

Davies, T. – *QUAL2E Windows Interface User's Guide*. EPA/823/B/95/003 Environmental Protection Agency, 1995.

Dias, J. e Mendes, J. – *Legislação Ambiental: Sistematizada e Comentada*. Coimbra: Coimbra Editora, 1999. ISBN 972-32-0923-3.

DIRECÇÃO GERAL DO AMBIENTE – *Comissão Europeia: A Acção da União Europeia a favor de uma água limpa. Comunidade Europeia*, 2000. ISBN 92-828-4840 – X.

Eckenfelder, W. W. Jr. – *Industrial Water Pollution Control*. 2ª Edição. Singapura: McGraw-Hill, 1989. ISBN 0-07-100206-5.

Fernandes, A. – *Estimativa de Impactes Ambientais Gerados pela Despoluição de Águas Residuais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2008.

Gomes, M. - *Modelação hidrológica distribuída: Aplicação à Bacia do Guadiana*. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico, 1996.

Heathcote, I. W. – *Integrated Watershed Management*. Jonh Wiley & Sons, Inc, 1998. ISBN 0-471-18338-5.

Henze, M.; Harremões, P; Jansen, J.; Arvin, E. – *Wastewater Treatment - Biological and Chemical Processes*. Berlim: Springer-Verlag, 1995. ISBN 3-540-58816-7.

INAG – *Água em Portugal*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa: 2000.

INAG – *Plano de Bacia Hidrográfica do Mondego*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2001.

INAG – *Plano Estratégico de Abastecimento de Águas e Saneamento de Águas Residuais para o período de 2007-2013 (PEASAAR II)*. 1ª Edição. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa, 2007. ISBN 978-989-8097-00-2.

INAG – *Plano Nacional da Água: Monitorização Quantitativa e Qualitativa dos Recursos Hídricos*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa, 2001.

INAG – *Relatório síntese sobre a caracterização das regiões hidrográficas prevista na Directiva Quadro da Água*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa, 2005.

Lencastre, A. – *Hidráulica Geral*. Lisboa: LNEC, 1996. ISBN 972-9585859-0-3.

Lindsley, R. K.; Kohler, M., A.; Paulhus, J. L. H. – *Hidrology for engineers*. 4ª Edição. McGraw-Hill: 1988. ISBN 0-07-084185-3.

Lui, D. H. F.; Lipák, B. G. e Bouis, P. A. – *Environmental Engineer's Handbook*. 2ª Edição. Nova Iorque: Lewis Publishers, 1997. ISBN 0-8493-9971-8.

Marcelino, M.; Vilão, R. – *Relatórios do Estado do Ambiente e do Ordenamento do Território em Portugal 20 anos. Agência Portuguesa do Ambiente*. Amadora, 2008. ISBN: 978-972-8577-38-4.

Metcalf & Eddy – *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4ª Edição. McGraw-Hill: 2003. ISBN 0-07-112250-8.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS – *Código de boas práticas agrícolas para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*. 1997.

Swaify, S. A.; Yakowitz, D. S. – *Multiple Objective Decision Making for Land, Water and Environmental Management*. 4ª Edição. Lewis Publishers, 1996. ISBN 1-57444-091-8.

Schwab, G. O.; Fangmeier, D. D.; Elliot, W. J.; Frevert, R. K. – *Soil and Water Conservation Engineering*. 4ª Edição. Jonh Wiley & Sons, Inc, 1993. ISBN 0-471-57490-2.

Vieira, J. M. P. – *Gestão da Água em Portugal. Os Desafios do Plano Nacional da Água*. Braga: Universidade do Minho, 2003.

Zeilhofer, P. – *Um ambiente SIG para modelagem integrada da qualidade da água utilizando QUAL2E*. Caminhos de Geografia. Instituto de Geografia, 2003.

### **Legislação consultada**

*Decreto Regulamentar n.º 2/88, de 20 de Janeiro*

*Decreto Regulamentar n.º 22/92 de 25 de Setembro*

*Decreto Regulamentar n.º 9/2002, de 1 de Março*

*Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho*

*Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho*

*Decreto-Lei n.º 172/2001, de 26 de Maio*

*Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro*

*Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio*

*Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto*

*Decreto-Lei n.º 261/99, de 7 de Julho*

*Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de Outubro*

*Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de Outubro*

*Decreto-Lei n.º 45/94 de 22 de Fevereiro*

*Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho*

*Despacho n.º 2339/2007 do Ministro do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, de 14 de Fevereiro de 2007*

*Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000*

*Directiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991*

*Lei n.º 11/87, de 7 de Abril*

*Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro*

*Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro*

*Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro*

*Resolução de Conselho de Ministros n.º 186/2007, de 21 de Dezembro*

*Resolução do Conselho de Ministros n.º 34/89, de 8 de Setembro*

**Sítios da Internet**

Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P

<http://www.arhcentro.pt>

Agência Portuguesa do Ambiente

<http://www.apambiente.pt>

<http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp>

Diário da República

<http://www.dre.pt>

Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

<http://www.irar.pt>

Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov>

Instituto da Água

<http://www.inag.pt>

<http://dqa.inag.pt/>

Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais

<http://insaar.inag.pt/>

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

<http://www.maotdr.gov.pt>

Instituto de Meteorologia

<http://www.meteo.pt>

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

<http://snirh.pt/snirh>

# Anexos



## Anexos

### Anexo I: Tipologia de processos de licenciamento (utilizações dos recursos hídricos) na área de estudo

<i>Processo</i>	<i>Utilização</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Coordenada X (m)</i>	<i>Coordenada Y (m)</i>	<i>Distrito</i>	<i>Concelho</i>	<i>Freguesia</i>
<i>IHP-2009-0165</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>198520,87</i>	<i>376862,53</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Ovoa</i>
<i>DHP-2005-0022</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>201579,76</i>	<i>376558,68</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Pinheiro de Ázere</i>
<i>DHP-2005-0025</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>201579,76</i>	<i>376558,68</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Pinheiro de Ázere</i>
<i>DHP-2005-0101</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura e Ovil</i>	<i>198520,87</i>	<i>376862,53</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Ovoa</i>
<i>DHP-2005-0516</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>195183,27</i>	<i>377129,06</i>	<i>Viseu</i>	<i>Mortágua</i>	<i>Mortágua</i>
<i>DHP-2005-0774</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>202772,63</i>	<i>383362,09</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Treixedo</i>
<i>DHP-2005-1095</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>206371,56</i>	<i>386604,11</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Nagozela</i>
<i>DHP-2005-1600</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>200964,04</i>	<i>389745,99</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Dardavaz</i>
<i>DHP-2005-1766</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>200255,93</i>	<i>388083,62</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Dardavaz</i>
<i>DHP-2005-1871</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>198904,78</i>	<i>380395,87</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Santa Comba Dão</i>
<i>DHP-2005-2019</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>199176,74</i>	<i>377596,21</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Ovoa</i>
<i>DHP-2005-2207</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>198757,28</i>	<i>386718,14</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>S. Joaninho</i>
<i>DHP-2005-2296</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>201940,58</i>	<i>376006,32</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Pinheiro de Ázere</i>
<i>DHP-2005-2307</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>201173,55</i>	<i>376518,51</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Pinheiro de Ázere</i>
<i>DHP-2005-2466</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>199455,74</i>	<i>387742,07</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Dardavaz</i>
<i>DHP-2005-2604</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>200692,79</i>	<i>388846,81</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Dardavaz</i>
<i>DHP-2005-2680</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>199908,07</i>	<i>388559,93</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Dardavaz</i>
<i>DHP-2005-2803</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>197308,72</i>	<i>387817,02</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Barreiro de Besteiros</i>
<i>DHP-2005-2857</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>199926,76</i>	<i>388365,96</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Dardavaz</i>
<i>DHP-2005-2927</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>199947,13</i>	<i>388614,71</i>	<i>Viseu</i>	<i>Tondela</i>	<i>Dardavaz</i>
<i>DHP-2006-0048</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>198855,30</i>	<i>387126,43</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>S. Joaninho</i>
<i>DHP-2006-0377</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>199964,78</i>	<i>376157,24</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Ovoa</i>
<i>DHP-2007-0530</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>212391,36</i>	<i>380125,53</i>	<i>Coimbra</i>	<i>Tábua</i>	<i>Póvoa de Midões</i>
<i>DHP-2007-0533</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>212391,36</i>	<i>380125,53</i>	<i>Coimbra</i>	<i>Tábua</i>	<i>Póvoa de Midões</i>
<i>DHP-2008-0025</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>203039,56</i>	<i>372216,91</i>	<i>Coimbra</i>	<i>Tábua</i>	<i>Covelo</i>
<i>DHP-2008-0155</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>203039,56</i>	<i>372216,91</i>	<i>Coimbra</i>	<i>Tábua</i>	<i>Covelo</i>
<i>DHP-2008-0460</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>203039,56</i>	<i>372216,91</i>	<i>Coimbra</i>	<i>Tábua</i>	<i>Covelo</i>
<i>DHP-2008-0856</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>200285,27</i>	<i>371981,74</i>	<i>Coimbra</i>	<i>Penacova</i>	<i>S. Paio de Mondego</i>
<i>DHP-2008-1422</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>198904,78</i>	<i>380395,87</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Santa Comba Dão</i>
<i>DHA-2005-0059</i>	<i>Agro-alimentar</i>	<i>Lagar de azeite</i>	<i>201579,76</i>	<i>376558,68</i>	<i>Viseu</i>	<i>Santa Comba Dão</i>	<i>Pinheiro de Ázere</i>
<i>DHA-2005-0107</i>	<i>Agro-alimentar</i>	<i>Lacticínios</i>	<i>212391,36</i>	<i>380125,53</i>	<i>Coimbra</i>	<i>Tábua</i>	<i>Póvoa de Midões</i>

**Anexo I: Tipologia de processos de licenciamento (utilizações dos recursos hídricos) na área de estudo (continuação)**

<i>Processo</i>	<i>Utilização</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Coordenada X (m)</i>	<i>Coordenada Y (m)</i>	<i>Distrito</i>	<i>Concelho</i>	<i>Freguesia</i>
DHI-2005-0481	Industria	Ferragens	198904,78	380395,88	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
DHS-2005-0179	ETAR	ETAR Municipal de Cagido II	198520,88	376862,53	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
DHS-2005-0229	ETAR	ETAR Municipal de Mosqueiros	204453,31	377937,55	Viseu	Santa Comba Dão	S. João de Areias
DHS-2005-0232	ETAR	ETAR Municipal de Castelejo	204273,06	382486,61	Viseu	Santa Comba Dão	S. João de Areias
DHS-2005-0235	ETAR	ETAR Municipal de Almacinha	195293,41	376028,99	Viseu	Mortágua	Mortágua
DHS-2005-0244	ETAR	ETAR Municipal de Coval	197916,70	379407,79	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
DHS-2005-0276	ETAR	ETAR Municipal da Senhora da Ribeira	198904,78	380395,88	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
DHS-2005-0352	ETAR	ETAR Municipal de Cagido I	198520,88	376862,53	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
DHS-2005-0383	ETAR	ETAR Municipal de Granjal	202730,58	382217,89	Viseu	Santa Comba Dão	Treixedo
DHS-2005-0483	ETAR	ETAR Municipal de Santa Comba Dão	200267,40	380468,07	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
DHS-2005-0562	ETAR	ETAR Municipal de Vale da Aguieira	195288,65	375318,85	Viseu	Mortágua	Almaça
DHS-2005-0777	ETAR	ETAR Municipal de Oveiro	198520,88	376862,53	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
DHS-2006-0071	Fossas sépticas	Morada Unifamiliar	203960,07	375042,07	Coimbra	Tábua	Ázere
DHS-2007-0024	Fossas sépticas	Morada Unifamiliar	212391,36	380125,53	Coimbra	Tábua	Póvoa de Midões
IAS-2008-0065	Captações	Águas subterrâneas	204161,00	383647,00	Viseu	Santa Comba Dão	Treixedo
IAS-2009-0229	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	205719,00	378214,00	Coimbra	Tábua	Tábua
IAS-2009-0386	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	198520,87	376862,53	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
IAS-2009-0586	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	198520,87	376862,53	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
IAS-2009-0787	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	199818,00	380773,00	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão

**Anexo I: Tipologia de processos de licenciamento (utilizações dos recursos hídricos) na área de estudo (continuação)**

<i>Processo</i>	<i>Utilização</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Coordenada X (m)</i>	<i>Coordenada Y (m)</i>	<i>Distrito</i>	<i>Concelho</i>	<i>Freguesia</i>
IAS-2009-0952	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	212391,36	380125,53	Coimbra	Tábua	Póvoa de Midões
LIC-2008-0322	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	211606,00	380805,00	Coimbra	Tábua	Póvoa de Midões
LIC-2008-0437	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	199809,00	380358,00	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
LIC-2008-0786	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	197886,00	376084,00	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
LIC-2007-0920	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	217460,00	383870,00	Coimbra	Tábua	Midões
LIC-2007-1098	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	213990,00	382432,00	Coimbra	Tábua	Midões
LIC-2008-1153	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	204483,00	378600,00	Viseu	Santa Comba Dão	S. João de Areias
LIC-2008-1199	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	198223,00	375528,00	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
LIC-2008-1200	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	199519,00	376250,00	Viseu	Santa Comba Dão	Ovoa
LIC-2008-1347	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	198429,00	387609,00	Viseu	Tondela	Dardavaz
LIC-2008-1732	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	200903,00	380017,00	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
LIC-2008-2118	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	198139,00	379768,00	Viseu	Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
LIC-2008-2357	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	198547,00	382390,00	Viseu	Santa Comba Dão	Couto do Mosteiro
LIC-2008-2388	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	197547,00	372636,00	Coimbra	Penacova	S. Pedro de Alva
LIC-2008-2406	Captações de águas subterrâneas	Águas subterrâneas	204090,00	377892,00	Viseu	Santa Comba Dão	Pinheiro de Ázere

Fonte: Sistema de Informação Geográfica da ARH Centro, I.P. (2009)

**Anexo II: Características estação de monitorização da qualidade da água da Albufeira da Aguieira (11H/05)**

<b>Estação</b>	<i>Albufeira da Aguieira</i>
<b>Código</b>	<i>11H/05</i>
<b>Rio</b>	<i>Rio Mondego</i>
<b>Bacia</b>	<i>Mondego</i>
<b>Entidade</b>	<i>ARH Centro, I.P.</i>
<b>Distrito</b>	<i>Coimbra</i>
<b>Concelho</b>	<i>Penacova</i>
<b>Freguesia</b>	<i>Travanca do Mondego</i>
<b>Altitude (m)</b>	<i>111</i>
<b>Coordenada X (m)</b>	<i>194628</i>
<b>Coordenada Y (m)</b>	<i>374655</i>
<b>Área drenada (km<sup>2</sup>)</b>	<i>3069,04</i>
<b>Distância à foz (km)</b>	<i>91,15</i>
<b>Entrada funcionamento</b>	<i>01-04-1989</i>
<b>Data fecho</b>	<i>-</i>
<b>Estado</b>	<i>Activa</i>

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

[http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA\\_BACIA=47&FILTRA\\_COVER=5453&FILTRA\\_SITE=60003](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA_BACIA=47&FILTRA_COVER=5453&FILTRA_SITE=60003)

**Anexo III: Características da estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A)**

<b>Estação</b>	<b>Aguieira-EDP</b>
<b>Código</b>	11H/01A
<b>Rio</b>	Rio Mondego
<b>Bacia Hidrográfica</b>	Mondego
<b>Entidade</b>	EDP
<b>Freguesia</b>	Almaça
<b>Concelho</b>	Mortágua
<b>Distrito</b>	Viseu
<b>Latitude (°N)</b>	40,343
<b>Longitude (°W)</b>	-8, 203
<b>Coordenada X (m)</b>	194514,704
<b>Coordenada Y (m)</b>	374590,905
<b>Área da bacia (km<sup>2</sup>)</b>	3069,14
<b>Área drenada (km<sup>2</sup>)</b>	2411,08
<b>Altitude da Estação (m)</b>	74
<b>Altitude média (m)</b>	289,4316
<b>Altitude máxima (m)</b>	1045
<b>Declive médio da bacia (m)</b>	0,1166
<b>Tipo de equipamento</b>	Sensores automáticos
<b>Entidade responsável (automática)</b>	EDP
<b>Entidade responsável (convencional)</b>	EDP
<b>Tipo estação (automática)</b>	Sensores automáticos
<b>Tipo estação (convencional)</b>	Escala
<b>Entrada funcionamento (convencional)</b>	01-01-1981
<b>Encerramento (convencional)</b>	-
<b>Entrada funcionamento (automática)</b>	18-12-1996
<b>Encerramento (automática)</b>	-
<b>Telemetria</b>	Sim
<b>Estado</b>	Activa

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

[http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA\\_BACIA=47&FILTRA\\_COVER=920123705&FILTRA\\_SITE=1627743384](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA_BACIA=47&FILTRA_COVER=920123705&FILTRA_SITE=1627743384)

**Anexo IV: Dados de escoamento registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A), no ano hidrológico de 2008/09**

<i>Mês de registo</i>	<i>Escoamento mensal (dam3)</i>
<i>Outubro</i>	<i>2 662</i>
<i>Novembro</i>	<i>1 277</i>
<i>Dezembro</i>	<i>27 386</i>
<i>Janeiro</i>	<i>237 724</i>
<i>Fevereiro</i>	<i>308 027</i>
<i>Março</i>	<i>90 639</i>
<i>Abril</i>	<i>11 001</i>
<i>Maio</i>	<i>23 729</i>
<i>Junho</i>	<i>33 073</i>
<i>Julho</i>	<i>4 279</i>
<i>Agosto</i>	<i>710</i>
<i>Setembro</i>	<i>4 347</i>

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

[http://snirh.pt/snirh/dados\\_sintese/escoamento/janelas/janela.php?obj=tabelas](http://snirh.pt/snirh/dados_sintese/escoamento/janelas/janela.php?obj=tabelas)

**Anexo V: Dados de volume armazenado na Bacia Hidrográfica do Mondego e na Albufeira da Aguieira registado na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A)**

Período de registo	Mês de registo	Volume armazenado na Bacia Hidrográfica do Mondego <sup>(*)</sup>		Volume armazenado na Albufeira da Aguieira <sup>(**)</sup>	
		10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%
Média	Outubro	331,0	65,1	n/d	n/d
	Novembro	342,6	67,4	n/d	n/d
	Dezembro	352,9	69,4	n/d	n/d
	Janeiro	363,7	71,6	n/d	n/d
	Fevereiro	378,1	74,4	n/d	n/d
	Março	397,0	78,1	n/d	n/d
	Abril	448,5	88,3	n/d	n/d
	Maio	458,4	90,2	n/d	n/d
	Junho	440,0	86,6	n/d	n/d
	Julho	396,3	78,0	n/d	n/d
	Agosto	353,2	69,5	n/d	n/d
	Setembro	320,7	63,1	n/d	n/d
2007/08	Outubro	284,2	55,9	253,1	59,8
	Novembro	288,2	56,7	257,7	60,9
	Dezembro	289,1	56,9	258,0	61,0
	Janeiro	379,3	74,6	341,7	80,8
	Fevereiro	387,3	76,2	348,2	82,3
	Março	386,7	76,1	345,1	81,6
	Abril	469,9	92,5	398,6	94,2
	Maio	456,9	89,9	397,7	94,0
	Junho	435,1	85,6	385,3	91,1
	Julho	393,8	77,5	350,8	82,9
	Agosto	338,7	66,6	302,9	71,6
	Setembro	318,6	62,7	286,5	67,7
2008/09	Outubro	299,5	58,9	270,1	63,8
	Novembro	283,9	55,9	256,0	60,5
	Dezembro	333,1	65,5	296,1	70,0
	Janeiro	397,3	78,2	337,1	79,7
	Fevereiro	355,8	70,0	310,0	73,3
	Março	360,8	71,0	320,9	75,8
	Abril	404,3	79,6	359,5	85,0
	Maio	417,0	82,1	369,9	87,4
	Junho	406,0	79,9	361,3	85,4
	Julho	365,4	71,9	326,6	77,2
	Agosto	326,8	64,3	293,5	69,4
	Setembro	n/d	n/d	267,0	63,1

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

<sup>(\*)</sup>[http://snirh.pt/snirh/dados\\_sintese/albufeiras/tabelas/umaBacia.php?select\\_baciaCODIGO=47&anoH=2008&mesMAXboletim=08](http://snirh.pt/snirh/dados_sintese/albufeiras/tabelas/umaBacia.php?select_baciaCODIGO=47&anoH=2008&mesMAXboletim=08)

<sup>(\*\*)</sup>[http://snirh.pt/snirh/dados\\_sintese/albufeiras/tabelas/umaAlbufeira.php?select\\_albufeiraCOD=11H/01A&anoH=2008&mesMAXboletim=08](http://snirh.pt/snirh/dados_sintese/albufeiras/tabelas/umaAlbufeira.php?select_albufeiraCOD=11H/01A&anoH=2008&mesMAXboletim=08)

Nota: A percentagem de armazenamento da albufeira refere-se ao nível máximo de exploração (NME = 124,7 m e Capacidade Total = 423 hm<sup>3</sup>).

**Anexo VI: Parâmetros médios diários registados na estação hidrométrica da Aguieira-EDP (11H/01A), no ano hidrológico 2008/09**

<i>Parâmetro</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Volume afluente mensal (dam³) (*)</i>	5	33074	64282	124394	90979	137938	295695	621968	103195	1
<i>Caudal afluente médio diário (m³/s)(**)</i>	298	0,00	0,00	25,71	4,92	22,83	308,78	7662,39	51,97	2,02
<i>Caudal efluente médio diário (m³/s)(***)</i>	337	0,00	32,93	66,19	56,84	84,20	432,34	22305,87	57,74	0,87
<i>Cota da albufeira (m) (****)</i>	12	114,41	116,80	118,46	118,70	120,38	121,94	1421,48	2,54	0,02

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

(\*)[http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/janela\\_estatistica.php?sites=1627743384&pars=613425164&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/janela_estatistica.php?sites=1627743384&pars=613425164&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009)

(\*\*) [http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/janela\\_relatorio.php?sites=1627743384&pars=2279&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/janela_relatorio.php?sites=1627743384&pars=2279&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009)

(\*\*\*) [http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/janela\\_estatistica.php?sites=1627743384&pars=212296818&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/janela_estatistica.php?sites=1627743384&pars=212296818&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009)

(\*\*\*\*) [http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/janela\\_estatistica.php?sites=1627743384&pars=1629599726&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/janela_estatistica.php?sites=1627743384&pars=1629599726&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009)



**Anexo VII: Características da estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G)**

<b>Nome</b>	<i>Santa Comba Dão</i>
<b>Código</b>	11I/01G
<b>Bacia</b>	Mondego
<b>Distrito</b>	Viseu
<b>Concelho</b>	Santa Comba Dão
<b>Freguesia</b>	São Joaninho
<b>Latitude (°N)</b>	40,433216
<b>Longitude (°W)</b>	-8,117795
<b>Coordenada X (m)</b>	201300,293
<b>Coordenada Y (m)</b>	384938,42
<b>Altitude (m)</b>	289
<b>Entidade responsável (automática)</b>	INAG
<b>Entidade responsável (convencional)</b>	ARH Centro, I.P.
<b>Tipo estação (automática)</b>	Udográfica
<b>Tipo estação (convencional)</b>	Udográfica
<b>Entrada funcionamento (convencional)</b>	01-11-1932
<b>Encerramento (convencional)</b>	-
<b>Entrada funcionamento (automática)</b>	20-09-2001
<b>Encerramento (automática)</b>	-
<b>Telemetria</b>	Sim
<b>Estado</b>	Activa
<b>Índice qualidade (*)</b>	14

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

[http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA\\_BACIA=47&FILTRA\\_COVER=920123704&FILTRA\\_SITE=920685834](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA_BACIA=47&FILTRA_COVER=920123704&FILTRA_SITE=920685834)

(\*) Qualidade da série Anual Pontuação. 5 a 8: má qualidade da série anual, 9 a 12: qualidade média ou razoável da serie anual e >12 serie anual com grande fiabilidade.

**Anexo VIII: Valores da precipitação registados na estação udométrica de Santa Comba Dão (11I/01G), no período de 2008/09**

<b>Precipitação</b>	<b>Mensal (mm)</b>	<b>Média mensal (mm)</b>	<b>Mensal acumulada (mm)</b>	<b>Média mensal acumulada (mm)</b>
<i>Outubro</i>	42,4	115	42,4	115
<i>Novembro</i>	60,1	140	102,5	254
<i>Dezembro</i>	150,4	164	252,9	418
<i>Janeiro</i>	309,5	168	562,4	586
<i>Fevereiro</i>	105	155	667,4	741
<i>Março</i>	31,8	123	699,2	864
<i>Abril</i>	101,2	95	800,4	959
<i>Mai</i>	62,5	96	862,9	1 055
<i>Junho</i>	64,3	46	927,2	1 101
<i>Julho</i>	36,9	14	964,1	1 115
<i>Agosto</i>	5,8	18	969,9	1 133
<i>Setembro</i>	0	55	969,9	1 188

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

[http://snirh.pt/snirh.php?main\\_id=1&item=2.2.2&objlink=&objrede=](http://snirh.pt/snirh.php?main_id=1&item=2.2.2&objlink=&objrede=)

**Anexo IX: Características da estação climatológica de Oliveira do Hospital (11J/02C)**

<b>Nome</b>	11J/02C
<b>Código</b>	Oliveira do hospital
<b>Bacia</b>	40,36
<b>Distrito</b>	-7,866
<b>Concelho</b>	222656,289
<b>Freguesia</b>	376798,475
<b>Latitude (°N)</b>	468
<b>Longitude (°W)</b>	Mondego
<b>Coordenada X (m)</b>	Coimbra
<b>Coordenada Y (m)</b>	Oliveira do hospital
<b>Altitude (m)</b>	Oliveira do hospital
<b>Entidade responsável (automática)</b>	INAG
<b>Entidade responsável (convencional)</b>	CCDR-Centro
<b>Tipo estação (automática)</b>	Climatológica
<b>Tipo estação (convencional)</b>	Climatológica
<b>Entrada funcionamento (convencional)</b>	01-09-1931
<b>Encerramento (convencional)</b>	-
<b>Entrada funcionamento (automática)</b>	25-01-2002
<b>Encerramento (automática)</b>	-
<b>Telemetria</b>	Sim
<b>Estado</b>	Activa
<b>Índice qualidade (*)</b>	11

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 02.09.2009)

Fonte: [http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA\\_BACIA=47&FILTRA\\_COVER=920123704&FILTRA\\_SITE=920685544](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/simplex.php?OBJINFO=INFO&FILTRA_BACIA=47&FILTRA_COVER=920123704&FILTRA_SITE=920685544)

(\*) Qualidade da série Anual Pontuação. 5 a 8: má qualidade da série anual, 9 a 12: qualidade média ou razoável da serie anual e >12 serie anual com grande fiabilidade.

**Anexo X: Estatísticas dos parâmetros climatológicos registados na estação de Oliveira do Hospital (11J/02C), no período de 2008/09**

<b>Parâmetro</b>	<b>N,º Valores</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Percentil 25%</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Percentil 75%</b>	<b>Máximo</b>	<b>Soma</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Coeficiente variação</b>
<b>Humidade relativa média diária (%)</b>	251	24	54	73	80	93	100	18346	22	0
<b>Temperatura do ar média diária (°C)</b>	263	2,8	11,1	15,7	16,1	19,4	28,8	4136	5,6	0,4
<b>Velocidade do vento médio diário (m/s)</b>	263	0,4	0,9	1,2	1,1	1,4	3,7	315,7	0,5	0,4
<b>Direcção do vento horária (°)</b>	6326	11	90	177	203	248	360	1120685	93	1

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

[http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/janela\\_estatistica.php?sites=920685544&pars=439882260&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/janela_estatistica.php?sites=920685544&pars=439882260&tmin=01/10/2008&tmax=30/09/2009)

## Anexo XI: Quantificação das cargas geradas por tipologia de processo

<i>Cota</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Nome</i>	<i>Capacidade</i>	<i>Descarga</i>	<i>CBO<sub>5</sub></i> <i>(kg/dia)</i>	<i>CQO</i> <i>(kg/dia)</i>	<i>SST</i> <i>(kg/dia)</i>	<i>N</i> <i>(kg/dia)</i>	<i>P</i> <i>(kg/dia)</i>
<i>IHP-2009-0165</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>120 (&gt;24 meses) + 50 (de 6 a 24 meses) + 34 (&lt;6 meses) = 156,80 CN</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-0022</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>170 animais equivalentes</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-0025</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>5000 animais equivalentes</i>	<i>Linha de água</i>	<i>900,00</i>	<i>2250,00</i>	<i>1350,00</i>	<i>120,00</i>	<i>45,00</i>
<i>DHP-2005-0101</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura e Ovil</i>	<i>s/d</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-0516</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>36000 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-0774</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>s/d</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-1095</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>s/d</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-1600</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>19000 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-1766</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>5120 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-1871</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>s/d</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2019</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>1200 animais equivalentes</i>	<i>Linha de água</i>	<i>216,00</i>	<i>540,00</i>	<i>324,00</i>	<i>28,80</i>	<i>10,80</i>
<i>DHP-2005-2207</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>33000 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2296</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>s/d</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2307</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>17000 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2466</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>12500 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2604</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>3800 perus</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2680</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>11200 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2803</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>6340 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2857</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>5500 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2005-2927</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>8000 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2006-0048</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Avicultura</i>	<i>39000 frangos de engorda</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2006-0377</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Suinicultura</i>	<i>420 animais equivalentes</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2007-0530</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>2 (de 6 a 24 meses) = 1,2 CN</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2007-0533</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>4 (de 6 a 24 meses) = 2,4 CN</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2008-0025</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>2 (de 6 a 24 meses) = 1,2 CN</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2008-0155</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>2 (de 6 a 24 meses) = 1,2 CN</i>	<i>Solo</i>					
<i>DHP-2008-0460</i>	<i>Agro-pecuária</i>	<i>Bovinicultura</i>	<i>2 (de 6 a 24 meses) = 1,2 CN</i>	<i>Solo</i>					

## Anexo XI: Quantificação das cargas geradas por tipologia de processo (continuação)

<i>Cota</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Nome</i>	<i>Capacidade</i>	<i>Descarga</i>	<i>CBO<sub>5</sub></i> <i>(kg/dia)</i>	<i>CQO</i> <i>(kg/dia)</i>	<i>SST</i> <i>(kg/dia)</i>	<i>N</i> <i>(kg/dia)</i>	<i>P</i> <i>(kg/dia)</i>
DHP-2008-0856	Agro-pecuária	Bovinicultura	1 (de 6 a 24 meses) = 0,6 CN	Solo					
DHP-2008-1422	Agro-pecuária	Bovinicultura	80 (>24 meses) + 30 (de 6 a 24 meses) + 20 (<6 meses) = 102 CN	Solo					
DHA-2005-0059	Agro-alimentar	Lagar de azeite	630 m3	Solo					
DHA-2005-0107	Agro-alimentar	Lacticínios	s/d	ETAR de Tábua					
DHI-2005-0481	Industria	Ferragens	s/d	s/d					
DHS-2005-0179	ETAR	ETAR Municipal de Cagido II	200 e.p.	Linha de água	350,40	2441,88	18,00	0,00	0,00
DHS-2005-0229	ETAR	ETAR Municipal de Mosqueiros	350 e.p.	Linha de água	1445,40	6044,40	31,50	0,00	0,00
DHS-2005-0232	ETAR	ETAR Municipal de Castelejo	351 e.p.	Linha de água	65,70	532,91	31,50	69,35	13,14
DHS-2005-0235	ETAR	ETAR Municipal de Almacinha	83 e.p.	Linha de água	578,16	4625,28	7,47	0,00	0,00
DHS-2005-0244	ETAR	ETAR Municipal de Coval	300 e.p.	Linha de água	350,40	525,60	27,00	0,00	0,00
DHS-2005-0276	ETAR	ETAR Municipal da Senhora da Ribeira	50 e.p.	Linha de água	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00
DHS-2005-0352	ETAR	ETAR Municipal de Cagido I	600 e.p.	Linha de água	175,20	197,10	54,00	0,00	0,00
DHS-2005-0383	ETAR	ETAR Municipal de Granjal	s/d	s/d					
DHS-2005-0483	ETAR	ETAR Municipal de Santa Comba Dão	3000 e.p.	Linha de água	1444,17	2063,10	270,00	1677,99	275,08
DHS-2005-0562	ETAR	ETAR Municipal de Vale da Aguireira	s/d	s/d					
DHS-2005-0777	ETAR	ETAR Municipal de Oveiro	s/d	s/d					
DHS-2006-0071	FSE	Fossa estanque	Moradia Unifamiliar	ETAR de Tábua					
DHS-2007-0024	FSE	Fossa estanque	Moradia Unifamiliar	ETAR de Tábua					

Fonte: Sistema de Informação Geográfica da ARH Centro, I.P. (2009)

Legenda: CN = Cabeça Normal, e.p = equivalente populacional, s/d = sem dados disponíveis

**Anexo XII: Folha de cálculo para a aferição da modelação matemática (Chapra, 1997)**

<b>Balanço Mássico</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Volume da albufeira	$V$	$m^3$	50000,00
Profundidade	$P$	$m$	2,00
Caudal	$Q$	$m^3/dia$	7500,00
<b>Correcção da taxa de decaimento para a temperatura</b>	<b><math>k</math></b>	<b><math>dia^{-1}</math></b>	<b>0,319</b>
Taxa decadência do poluente	$Td$	$dia^{-1}$	0,25
Temperatura água	$T_1$	$^{\circ}C$	25,00
Temperatura ar	$T_2$	$^{\circ}C$	20,00
Gradiente	$\theta$		1,05
Velocidade aparente de sedimentação	$v$	$m/dia$	1,00
Coeficiente de sedimentação	$Ks$	$dia^{-1}$	0,50
<b>Determinação do factor de assimilação</b>	<b><math>a</math></b>	<b><math>m^3/dia</math></b>	<b>23453,52</b>
<b>Determinação da área superficial</b>	<b><math>As</math></b>	<b><math>m^2</math></b>	<b>25000,00</b>
<b>Determinação das cargas afluentes (In)</b>			
Fluxo atmosférico	$J$	$g/m^2/dia$	0,60
Carga atmosfera	$Wa$	$g/dia$ $kg/dia$	15000,00 15,00
Concentração afluente (inflow)	$cin$	$mg/L$	10,00
Carga afluente	$Win$	$g/dia$ $kg/dia$	75000,00 75,00
Carga fábricas	$Wf$	$g/dia$ $kg/dia$	50000,00 50,00
Cargas totais	$Wt$	$g/dia$ $kg/dia$	140000,00 140,00
<b>Determinação das concentrações afluentes (In)</b>	<b><math>c in</math></b>	<b><math>mg/L</math></b>	<b>18,67</b>
<b>Determinação das concentrações efluentes (Out)</b>	<b><math>c out</math></b>	<b><math>mg/L</math></b>	<b>5,97</b>
<b>Determinação das cargas efluentes (Out)</b>			
Carga efluente (outflow)	$Wout$	$g/dia$ $kg/dia$	44769,40 44,77
Carga reactiva no sistema	$kVc$	$g/dia$ $kg/dia$	95230,60 95,23
Cargas totais	$Wt$	$g/dia$ $kg/dia$	140000,00 140,00
<b>Cálculo alternativo</b>			
Concentração afluente (inflow)	$cin$	$mg/L$	18,67
Coeficiente de transferência	$\beta$		0,320
Carga efluente (outflow)	$Wout$	$g/dia$	5,97

Nota: Modelo exemplificativo constante nas páginas 52-53 da bibliografia "Chapra, S. C - Surface Water Quality Modeling. Massachusetts: McGraw Hill, 1997. ISBN 0-07-011364-5."

**Anexo XIII: Estatísticas dos principais parâmetros de qualidade da água registados nas estações de monitorização na Albufeira da Aguieira**

<i>Estatística do parâmetro CBO 5 dias (mg/L) de 19/02/2001 a 07/04/2009</i>										
<i>Estação/ Código</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Aguieira- Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10)</i>	63	0,13	1,535	3,128	2,000	3,000	37,000	197,040	4,582	1,465
<i>Aguieira-St.ª Comba Dão (11I/11)</i>	69	0,1	2,000	3,664	3,100	4,640	16,000	252,800	2,738	0,747
<i>Albufeira da Aguieira (11H/05)</i>	44	0,16	1,000	2,270	2,000	3,000	5,000	99,880	1,264	0,557

<i>Estatística do parâmetro CQO (mg/L) de 19/02/2001 a 07/04/2009</i>										
<i>Estação/ Código</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Aguieira- Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10)</i>	79	5,400	11,000	18,282	13,000	18,250	200,000	1,444,300	23,017	1,259
<i>Aguieira-St.ª Comba Dão (11I/11)</i>	85	5,900	12,000	20,811	16,000	23,000	104,400	1,768,900	16,063	0,772
<i>Albufeira da Aguieira (11H/05)</i>	65	6,100	12,000	15,317	15,000	18,000	36,000	995,600	5,328	0,348

<i>Estatística do parâmetro SST (mg/L) de 19/02/2001 a 07/04/2009</i>										
<i>Estação/ Código</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Aguieira- Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10)</i>	71	0,2	3,600	17,215	6,000	9,100	340,000	1,222,300	44,029	2,558
<i>Aguieira-St.ª Comba Dão (11I/11)</i>	85	0,2	4,400	13,973	8,200	14,000	84,000	1,187,700	17,003	1,217
<i>Albufeira da Aguieira (11H/05)</i>	60	0,2	3,550	6,645	4,800	7,000	68,000	398,700	8,895	1,339

<i>Estatística do parâmetro Azoto Kjeldahl (mg/L) de 19/02/2001 a 07/04/2009</i>										
<i>Estação/ Código</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Aguieira- Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10)</i>	11	0,16	0,385	0,890	0,54	0,76	3,500	9,790	0,995	1,118
<i>Aguieira-St.ª Comba Dão (11I/11)</i>	13	0,24	0,49	1,325	1,300	1,900	2,900	17,220	0,901	0,681
<i>Albufeira da Aguieira (11H/05)</i>	9	0,24	0,44	1,670	0,84	0,88	8,500	15,030	2,617	1,567

**Anexo XIII: Estatísticas dos principais parâmetros de qualidade da água registados nas estações de monitorização na Albufeira da Aguieira (continuação)**

<i>Estatística do parâmetro Fósforo total (mg/L) de 19/02/2001 a 07/04/2009</i>										
<i>Estação/ Código</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Aguieira- Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10)</i>	8	0,024	0,037	0,054	0,045	0,06	0,11	0,433	0,03	0,557
<i>Aguieira-St.ª Comba Dão (11I/11)</i>	10	0,055	0,135	0,254	0,17	0,295	0,74	2,542	0,217	0,854
<i>Albufeira da Aguieira (11H/05)</i>	5	0,004	0,012	0,038	0,05	0,06	0,064	0,19	0,028	0,737

<i>Estatística do parâmetro pH (mg/L) de 19/02/2001 a 07/04/2009</i>										
<i>Estação/ Código</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Aguieira- Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10)</i>	109	4,400	7,800	8,643	8,600	9,700	12,000	942,070	1,520	0,176
<i>Aguieira-St.ª Comba Dão (11I/11)</i>	109	0,83	8,000	8,712	9,000	9,800	12,000	949,570	1,936	0,222
<i>Albufeira da Aguieira (11H/05)</i>	97	4,400	7,800	8,393	8,400	9,200	12,000	814,080	1,333	0,159

<i>Estatística do parâmetro Temperatura (°C) de 19/02/2001 a 07/04/2009</i>										
<i>Estação/ Código</i>	<i>N.º Valores</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Percentil 25%</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Percentil 75%</i>	<i>Máximo</i>	<i>Soma</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Coefficiente variação</i>
<i>Aguieira- Pinheiro Ázere/Tábua (11I/10)</i>	93	5	13	17,800	17	22,2	28	1652,9	5,9	0,3
<i>Aguieira-St.ª Comba Dão (11I/11)</i>	88	5	13	18,100	17,3	24	28	1589,5	6	0,3
<i>Albufeira da Aguieira (11H/05)</i>	67	9	14	18,400	19,2	22	29	1229,6	5,1	0,3

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

[http://snirh.pt/snirh/dados\\_base/site/janela\\_estatistica.php?sites=244125420.244005532.60003.303919298&pars=100003382&tmin=19/02/2001&tmax=07/04/2009](http://snirh.pt/snirh/dados_base/site/janela_estatistica.php?sites=244125420.244005532.60003.303919298&pars=100003382&tmin=19/02/2001&tmax=07/04/2009)

**Anexo XIV: Curvas de volume armazenado para Albufeira da Aguieira**

<b>Cota (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
60,00	150000	74,05	17140000	102,00	139530000	120,05	337050000
60,05	180000	74,50	18070000	102,05	139890000	120,50	344610000
60,50	530000	74,55	18180000	103,00	146710000	120,55	345460000
60,55	570000	75,00	19140000	103,05	147080000	121,00	353200000
61,00	910000	75,05	19250000	104,00	154190000	121,05	354070000
61,05	950000	76,00	21400000	104,05	154570000	121,50	362000000
61,50	1300000	76,05	21520000	105,00	162000000	121,55	362890000
61,55	1340000	77,00	23820000	105,05	162400000	122,00	371000000
62,00	1690000	77,05	23940000	106,00	170170000	122,05	371910000
62,05	1730000	78,00	26400000	106,05	170580000	122,50	380200000
62,50	2090000	78,05	26540000	107,00	178720000	122,55	381140000
62,55	2130000	79,00	29160000	107,05	179160000	123,00	389610000
63,00	2500000	79,05	29300000	108,00	187690000	123,05	390560000
63,05	2540000	80,00	32070000	108,05	188150000	123,10	391510000
63,50	2920000	80,05	32230000	109,00	197100000	123,15	392470000
63,55	2960000	81,00	35160000	109,05	197590000	123,20	393420000
64,00	3350000	81,05	35320000	110,00	207000000	123,25	394380000
64,05	3400000	82,00	38420000	110,05	207510000	123,30	395340000
64,50	3800000	82,05	38580000	110,50	212130000	123,35	396310000
64,55	3850000	83,00	41830000	110,55	212650000	123,40	397270000
65,00	4260000	83,05	42010000	111,00	217340000	123,45	398240000
65,05	4310000	84,00	45410000	111,05	217870000	123,50	399210000
65,50	4740000	84,05	45600000	111,50	222650000	123,55	400180000
65,55	4790000	85,00	49150000	111,55	223180000	123,60	401150000
66,00	5240000	85,05	49150000	112,00	228060000	123,65	402130000
66,05	5300000	86,00	53040000	112,05	228610000	123,70	403100000
66,50	5770000	86,05	53240000	112,50	233590000	123,75	404080000
66,55	5820000	87,00	57080000	112,55	234160000	123,80	405060000
67,00	6310000	87,05	57280000	113,00	239260000	123,85	406040000
67,05	6370000	88,00	61260000	113,05	239830000	123,90	407030000
67,50	6880000	88,05	61470000	113,50	245050000	123,95	408010000
67,55	6940000	89,00	65570000	113,55	245640000	124,00	409000000
68,00	7470000	89,05	65780000	114,00	251000000	124,05	409990000
68,05	7540000	90,00	70000000	114,05	251600000	124,10	410980000
68,50	8100000	90,05	70240000	114,50	257100000	124,15	411970000
68,55	8160000	91,00	74940000	114,55	257720000	124,20	412970000
69,00	8750000	91,05	75190000	115,00	263370000	124,25	413970000
69,05	8810000	92,00	80010000	115,05	264000000	124,30	414970000
69,50	9430000	92,05	80260000	115,50	269800000	124,35	415970000
69,55	9500000	93,00	85200000	115,55	270450000	124,40	416970000
70,00	10140000	93,05	85450000	116,00	276410000	124,45	416970000
70,05	10210000	94,00	90530000	116,05	277080000	124,50	418980000
70,50	10880000	94,05	90800000	116,50	283200000	124,55	419990000
70,55	10950000	95,00	96000000	116,55	283890000	124,60	421000000
71,00	11650000	95,05	96280000	117,00	290190000	124,65	422010000
71,05	11730000	96,00	101630000	117,05	290890000	124,70	423030000
71,50	12460000	96,05	101920000	117,50	297360000	124,75	424040000
71,55	12540000	97,00	107430000	117,55	298090000	125,00	429150000



**Anexo XIV: Curvas de volume armazenado para Albufeira da Aguieira (continuação)**

<i>Cota (m)</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>
72,00	13300000	97,05	107730000	118,00	304730000	125,05	430170000
72,05	13390000	98,00	113410000	118,05	305480000	125,50	439490000
72,50	14180000	98,05	113720000	118,50	312300000	125,55	440530000
72,55	14270000	99,00	119600000	118,55	313070000	126,00	450000000
73,00	15100000	99,05	119910000	119,00	320070000	126,05	451060000
73,05	15190000	100,00	126000000	119,05	320860000		
73,50	16050000	100,05	126330000	119,50	328040000		
73,55	16150000	101,00	132640000	119,55	328850000		
74,00	17040000	101,05	132980000	120,00	336220000		

Fonte: SNIRH/INAG, 2009 - <http://snirh.pt/snirh/> (Acedido em 22.10.2009)

[http://snirh.pt/snirh/dados\\_sintese/albufeiras/tabelas/umaBacia.php?select\\_baciaCODIGO=47&anoH=2008&mesMAXboletim=08](http://snirh.pt/snirh/dados_sintese/albufeiras/tabelas/umaBacia.php?select_baciaCODIGO=47&anoH=2008&mesMAXboletim=08)

### Anexo XV: Concentrações dos parâmetros de qualidade da água na Albufeira da Aguieira estimados por modelação matemática

<b>Parâmetro CBO 5 dias</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
Cota		m	126,00	110,00	118,46
Volume médio diário da albufeira	V	m <sup>3</sup>	450.000.000,00	207.000.000,00	124.394.000,00
Área superficial (massa de água)	As	m <sup>2</sup>	1.898.064,00	1.657.040,00	1.784.481,44
<b>Correcção da taxa de decaimento para a temperatura</b>	<b>k</b>	<b>dia<sup>-1</sup></b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>
Taxa decaimento poluente	Td	dia <sup>-1</sup>	0,25	0,25	0,25
Gradiente (20°C)	θ		0,89	0,89	0,89
Temperatura média diária da água	T1	°C	18,40	18,40	18,40
Temperatura média diária do ar	T2	°C	15,70	15,70	15,70
<b>Caudal</b>	<b>Q</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>
<b>Reacção</b>	<b>R</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>82.130.703,04</b>	<b>37.780.123,40</b>	<b>22.703.481,50</b>
<b>Sedimentação</b>	<b>S</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>1.898.064,00</b>	<b>1.657.040,00</b>	<b>1.784.481,44</b>
Velocidade aparente de sedimentação	v	m/dia	1,000	1,000	1,000
<b>Determinação do factor de assimilação</b>	<b>a</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>86.250.111,04</b>	<b>41.658.507,40</b>	<b>26.709.306,94</b>
<b>Determinação das cargas afluentes (In)</b>	<b>W in</b>	<b>g/dia</b>	<b>20.612.802,17</b>	<b>20.612.802,17</b>	<b>20.612.802,17</b>
Carga ETAR	W	g/dia	4.409.433,72	4.409.433,72	4.409.433,72
Carga fossas sépticas	W	g/dia	-	-	-
Carga indústrias	W	g/dia	-	-	-
Carga suiniculturas	W	g/dia	1.116.000,00	1.116.000,00	1.116.000,00
Carga boviniculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga aviculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga entrada (rio Mondego)	W	g/dia	6.948.364,03	6.948.364,03	6.948.364,03
Carga entrada (rio Dão)	W	g/dia	8.139.004,42	8.139.004,42	8.139.004,42
Carga total	Wt	kg/dia	20.612,80	20.612,80	20.612,80
<b>Determinação das concentrações afluentes (In)</b>	<b>c in</b>	<b>mg/L</b>	<b>9,279</b>	<b>9,279</b>	<b>9,279</b>
<b>Determinação das concentrações efluentes (Out)</b>	<b>c out</b>	<b>mg/L</b>	<b>0,239</b>	<b>0,495</b>	<b>0,772</b>
<b>Cálculo alternativo</b>					
Concentração inflow-afluente	c in	mg/L	9,28	9,28	9,28
Coefficiente de transferência	β		0,026	0,053	0,083
W outflow-efluente	W out	g/dia	0,239	0,495	0,772
<b>Determinação das cargas efluentes (Out)</b>	<b>W out</b>	<b>g/dia</b>	<b>20.612.802,17</b>	<b>20.612.802,17</b>	<b>20.612.802,17</b>
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	530.876,12	1.099.130,22	1.714.313,46
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	19.628.310,19	18.693.761,69	17.521.322,20
Carga sedimentada	Ws	g/dia	453.615,85	819.910,26	1.377.166,51
Carga (OutFlow)	Wo	kg/dia	530,88	1.099,13	1.714,31
Carga reactiva do sistema	Wr	kg/dia	19.628,31	18.693,76	17.521,32
Carga sedimentada	Ws	kg/dia	453,62	819,91	1.377,17
Carga total	Wt	kg/dia	20.612,80	20.612,80	20.612,80
<b>Síntese de dados do sistema</b>					
Carga (InFlow)	W in	g/dia	20.612.802,17	20.612.802,17	20.612.802,17
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	530.876,12	1.099.130,22	1.714.313,46
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	19.628.310,19	18.693.761,69	17.521.322,20
Carga sedimentada	Ws	g/dia	453.615,85	819.910,26	1.377.166,51
<b>Acumulação (M/t)</b>	<b>Ac</b>	<b>g/dia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Tempo de residência no sistema</b>	<b>Tw</b>	<b>dias</b>	<b>202,58</b>	<b>93,19</b>	<b>56,00</b>
<b>Tempo de residência do poluente</b>	<b>Tc</b>	<b>dias</b>	<b>5,33</b>	<b>5,17</b>	<b>4,99</b>

**Anexo XV: Concentrações dos parâmetros de qualidade da água na Albufeira da Aguieira estimados por modelação matemática (continuação)**

<b>Parâmetro CQO</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
Cota		m	126,00	110,00	118,46
Volume médio diário da albufeira	V	m <sup>3</sup>	450.000.000,00	207.000.000,00	124.394.000,00
Área superficial (massa de água)	As	m <sup>2</sup>	1.898.064,00	1.657.040,00	1.784.481,44
<b>Correcção da taxa de decaimento para a temperatura</b>	<b>k</b>	<b>dia<sup>-1</sup></b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>
Taxa decaimento poluente	Td	dia <sup>-1</sup>	0,25	0,25	0,25
Gradiente (20°C)	θ		0,89	0,89	0,89
Temperatura média diária da água	T1	°C	18,40	18,40	18,40
Temperatura média diária do ar	T2	°C	15,70	15,70	15,70
<b>Caudal</b>	<b>Q</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>
<b>Reacção</b>	<b>R</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>82.130.703,04</b>	<b>37.780.123,40</b>	<b>22.703.481,50</b>
<b>Sedimentação</b>	<b>S</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>1.898.064,00</b>	<b>1.657.040,00</b>	<b>1.784.481,44</b>
Velocidade aparente de sedimentação	v	m/dia	1,000	1,000	1,000
<b>Determinação do factor de assimilação</b>	<b>a</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>86.250.111,04</b>	<b>41.658.507,40</b>	<b>26.709.306,94</b>
<b>Determinação das cargas afluentes (In)</b>	<b>W in</b>	<b>g/dia</b>	<b>106.059.262,39</b>	<b>106.059.262,39</b>	<b>106.059.262,39</b>
Carga ETAR	W	g/dia	16.430.261,40	16.430.261,40	16.430.261,40
Carga fossas sépticas	W	g/dia	-	-	-
Carga indústrias	W	g/dia	-	-	-
Carga suiniculturas	W	g/dia	2.790.000,00	2.790.000,00	2.790.000,00
Carga boviniculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga aviculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga entrada (rio Mondego)	W	g/dia	40.610.611,01	40.610.611,01	40.610.611,01
Carga entrada (rio Dão)	W	g/dia	46.228.389,98	46.228.389,98	46.228.389,98
Carga total	Wt	kg/dia	106.059,26	106.059,26	106.059,26
<b>Determinação das concentrações afluentes (In)</b>	<b>c in</b>	<b>mg/L</b>	<b>47,746</b>	<b>47,746</b>	<b>47,746</b>
<b>Determinação das concentrações efluentes (Out)</b>	<b>c out</b>	<b>mg/L</b>	<b>1,230</b>	<b>2,546</b>	<b>3,971</b>
<b>Cálculo alternativo</b>					
Concentração inflow-afluente	c in	mg/L	47,75	47,75	47,75
Coefficiente de transferência	β		0,026	0,053	0,083
W outflow-efluente	W out	g/dia	1,230	2,546	3,971
<b>Determinação das cargas efluentes (Out)</b>	<b>W out</b>	<b>g/dia</b>	<b>106.059.262,39</b>	<b>106.059.262,39</b>	<b>106.059.262,39</b>
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	2.731.522,35	5.655.366,00	8.820.674,63
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	100.993.745,74	96.185.203,72	90.152.638,82
Carga sedimentada	Ws	g/dia	2.333.994,30	4.218.692,68	7.085.948,94
Carga (OutFlow)	Wo	kg/dia	2.731,52	5.655,37	8.820,67
Carga reactiva do sistema	Wr	kg/dia	100.993,75	96.185,20	90.152,64
Carga sedimentada	Ws	kg/dia	2.333,99	4.218,69	7.085,95
Carga total	Wt	kg/dia	106.059,26	106.059,26	106.059,26
<b>Síntese de dados do sistema</b>					
Carga (InFlow)	W in	g/dia	106.059.262,39	106.059.262,39	106.059.262,39
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	2.731.522,35	5.655.366,00	8.820.674,63
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	100.993.745,74	96.185.203,72	90.152.638,82
Carga sedimentada	Ws	g/dia	2.333.994,30	4.218.692,68	7.085.948,94
<b>Acumulação (M/t)</b>	<b>Ac</b>	<b>g/dia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Tempo de residência no sistema</b>	<b>Tw</b>	<b>dias</b>	<b>202,58</b>	<b>93,19</b>	<b>56,00</b>
<b>Tempo de residência do poluente</b>	<b>Tc</b>	<b>dias</b>	<b>5,33</b>	<b>5,17</b>	<b>4,99</b>

**Anexo XV: Concentrações dos parâmetros de qualidade da água na Albufeira da Aguieira estimados por modelação matemática (continuação)**

<b>Parâmetro SST</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
Cota		m	126,00	110,00	118,46
Volume médio diário da albufeira	V	m <sup>3</sup>	450.000.000,00	207.000.000,00	124.394.000,00
Área superficial (massa de água)	As	m <sup>2</sup>	1.898.064,00	1.657.040,00	1.784.481,44
<b>Correcção da taxa de decaimento para a temperatura</b>	<b>k</b>	<b>dia<sup>-1</sup></b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>
Taxa decaimento poluente	Td	dia <sup>-1</sup>	0,25	0,25	0,25
Gradiente (20°C)	θ		0,89	0,89	0,89
Temperatura média diária da água	T1	°C	18,40	18,40	18,40
Temperatura média diária do ar	T2	°C	15,70	15,70	15,70
<b>Caudal</b>	<b>Q</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>
<b>Reacção</b>	<b>R</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>82.130.703,04</b>	<b>37.780.123,40</b>	<b>22.703.481,50</b>
<b>Sedimentação</b>	<b>S</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>2.475.075,46</b>	<b>2.160.780,16</b>	<b>2.326.963,80</b>
Velocidade aparente de sedimentação	v	m/dia	1,304	1,304	1,304
<b>Determinação do factor de assimilação</b>	<b>a</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>86.827.122,49</b>	<b>42.162.247,56</b>	<b>27.251.789,29</b>
<b>Determinação das cargas afluentes (In)</b>	<b>W in</b>	<b>g/dia</b>	<b>71.397.246,67</b>	<b>71.397.246,67</b>	<b>71.397.246,67</b>
Carga ETAR	W	g/dia	443.970,00	443.970,00	443.970,00
Carga fossas sépticas	W	g/dia	-	-	-
Carga indústrias	W	g/dia	-	-	-
Carga suiniculturas	W	g/dia	1.674.000,00	1.674.000,00	1.674.000,00
Carga boviniculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga aviculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga entrada (rio Mondego)	W	g/dia	38.240.436,96	38.240.436,96	38.240.436,96
Carga entrada (rio Dão)	W	g/dia	31.038.839,71	31.038.839,71	31.038.839,71
Carga total	Wt	kg/dia	71.397,25	71.397,25	71.397,25
<b>Determinação das concentrações afluentes (In)</b>	<b>c in</b>	<b>mg/L</b>	<b>32,141</b>	<b>32,141</b>	<b>32,141</b>
<b>Determinação das concentrações efluentes (Out)</b>	<b>c out</b>	<b>mg/L</b>	<b>0,822</b>	<b>1,693</b>	<b>2,620</b>
<b>Cálculo alternativo</b>					
Concentração inflow-afluente	c in	mg/L	32,14	32,14	32,14
Coefficiente de transferência	β		0,026	0,053	0,082
W outflow-efluente	W out	g/dia	0,822	1,693	2,620
<b>Determinação das cargas efluentes (Out)</b>	<b>W out</b>	<b>g/dia</b>	<b>71.397.246,67</b>	<b>71.397.246,67</b>	<b>71.397.246,67</b>
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	1.826.593,36	3.761.607,95	5.819.722,29
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	67.535.418,61	63.976.589,15	59.481.087,69
Carga sedimentada	Ws	g/dia	2.035.234,70	3.659.049,58	6.096.436,70
Carga (OutFlow)	Wo	kg/dia	1.826,59	3.761,61	5.819,72
Carga reactiva do sistema	Wr	kg/dia	67.535,42	63.976,59	59.481,09
Carga sedimentada	Ws	kg/dia	2.035,23	3.659,05	6.096,44
Carga total	Wt	kg/dia	71.397,25	71.397,25	71.397,25
<b>Síntese de dados do sistema</b>					
Carga (InFlow)	W in	g/dia	71.397.246,67	71.397.246,67	71.397.246,67
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	1.826.593,36	3.761.607,95	5.819.722,29
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	67.535.418,61	63.976.589,15	59.481.087,69
Carga sedimentada	Ws	g/dia	2.035.234,70	3.659.049,58	6.096.436,70
<b>Acumulação (M/t)</b>	<b>Ac</b>	<b>g/dia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Tempo de residência no sistema</b>	<b>Tw</b>	<b>dias</b>	<b>202,58</b>	<b>93,19</b>	<b>56,00</b>
<b>Tempo de residência do poluente</b>	<b>Tc</b>	<b>dias</b>	<b>5,33</b>	<b>5,17</b>	<b>4,99</b>

**Anexo XV: Concentrações dos parâmetros de qualidade da água na Albufeira da Aguieira estimados por modelação matemática (continuação)**

<b>Parâmetro N</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário2</b>	<b>Cenário 3</b>
Cota		m	126,00	110,00	118,46
Volume médio diário da albufeira	V	m <sup>3</sup>	450.000.000,00	207.000.000,00	124.394.000,00
Área superficial (massa de água)	As	m <sup>2</sup>	1.898.064,00	1.657.040,00	1.784.481,44
<b>Correcção da taxa de decaimento para a temperatura</b>	<b>k</b>	<b>dia<sup>-1</sup></b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>
Taxa decaimento poluente	Td	dia <sup>-1</sup>	0,25	0,25	0,25
Gradiente (20°C)	θ		0,89	0,89	0,89
Temperatura média diária da água	T1	°C	18,40	18,40	18,40
Temperatura média diária do ar	T2	°C	15,70	15,70	15,70
<b>Caudal</b>	<b>Q</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>
<b>Reacção</b>	<b>R</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>82.130.703,04</b>	<b>37.780.123,40</b>	<b>22.703.481,50</b>
<b>Sedimentação</b>	<b>S</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Velocidade aparente de sedimentação	v	m/dia	-	-	-
<b>Determinação do factor de assimilação</b>	<b>a</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>84.352.047,04</b>	<b>40.001.467,40</b>	<b>24.924.825,50</b>
<b>Determinação das cargas afluentes (In)</b>	<b>W in</b>	<b>g/dia</b>	<b>6.816.414,74</b>	<b>6.816.414,74</b>	<b>6.816.414,74</b>
Carga ETAR	W	g/dia	1.747.337,78	1.747.337,78	1.747.337,78
Carga fossas sépticas	W	g/dia	-	-	-
Carga indústrias	W	g/dia	-	-	-
Carga suiniculturas	W	g/dia	148.800,00	148.800,00	148.800,00
Carga boviniculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga aviculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga entrada (rio Mondego)	W	g/dia	1.976.996,16	1.976.996,16	1.976.996,16
Carga entrada (rio Dão)	W	g/dia	2.943.280,80	2.943.280,80	2.943.280,80
Carga total	Wt	kg/dia	6.816,41	6.816,41	6.816,41
<b>Determinação das concentrações afluentes (In)</b>	<b>c in</b>	<b>mg/L</b>	<b>3,069</b>	<b>3,069</b>	<b>3,069</b>
<b>Determinação das concentrações efluentes (Out)</b>	<b>c out</b>	<b>mg/L</b>	<b>0,081</b>	<b>0,170</b>	<b>0,273</b>
<b>Cálculo alternativo</b>					
Concentração inflow-afluente	c in	mg/L	3,07	3,07	3,07
Coefficiente de transferência	β		0,026	0,056	0,089
W outflow-efluente	W out	g/dia	0,081	0,170	0,273
			-	-	-
<b>Determinação das cargas efluentes (Out)</b>	<b>W out</b>	<b>g/dia</b>	<b>6.816.414,74</b>	<b>6.816.414,74</b>	<b>6.816.414,74</b>
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	179.504,86	378.526,16	607.490,79
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	6.636.909,89	6.437.888,58	6.208.923,95
Carga sedimentada	Ws	g/dia	-	-	-
Carga (OutFlow)	Wo	kg/dia	179,50	378,53	607,49
Carga reactiva do sistema	Wr	kg/dia	6.636,91	6.437,89	6.208,92
Carga sedimentada	Ws	kg/dia	-	-	-
Carga total	Wt	kg/dia	6.816,41	6.816,41	6.816,41
<b>Síntese de dados do sistema</b>					
Carga (InFlow)	W in	g/dia	6.816.414,74	6.816.414,74	6.816.414,74
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	179.504,86	378.526,16	607.490,79
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	6.636.909,89	6.437.888,58	6.208.923,95
Carga sedimentada	Ws	g/dia	-	-	-
<b>Acumulação (M/t)</b>	<b>Ac</b>	<b>g/dia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Tempo de residência no sistema</b>	<b>Tw</b>	<b>dias</b>	<b>202,58</b>	<b>93,19</b>	<b>56,00</b>
<b>Tempo de residência do poluente</b>	<b>Tc</b>	<b>dias</b>	<b>5,33</b>	<b>5,17</b>	<b>4,99</b>

**Anexo XV: Concentrações dos parâmetros de qualidade da água na Albufeira da Aguieira estimados por modelação matemática (continuação)**

<b>Parâmetro P</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
Cota		m	126,00	110,00	118,46
Volume médio diário da albufeira	V	m <sup>3</sup>	450.000.000,00	207.000.000,00	124.394.000,00
Área superficial (massa de água)	As	m <sup>2</sup>	1.898.064,00	1.657.040,00	1.784.481,44
<b>Correcção da taxa de decaimento para a temperatura</b>	<b>k</b>	<b>dia<sup>-1</sup></b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>
Taxa decaimento poluente	Td	dia <sup>-1</sup>	0,25	0,25	0,25
Gradiente (20°C)	θ		0,89	0,89	0,89
Temperatura média diária da água	T1	°C	18,40	18,40	18,40
Temperatura média diária do ar	T2	°C	15,70	15,70	15,70
<b>Caudal</b>	<b>Q</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>	<b>2.221.344,00</b>
<b>Reacção</b>	<b>R</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>82.130.703,04</b>	<b>37.780.123,40</b>	<b>22.703.481,50</b>
<b>Sedimentação</b>	<b>S</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>3.794.229,94</b>	<b>3.312.422,96</b>	<b>3.567.178,40</b>
Velocidade aparente de sedimentação	v	m/dia	1,999	1,999	1,999
<b>Determinação do factor de assimilação</b>	<b>a</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>88.146.276,97</b>	<b>43.313.890,36</b>	<b>28.492.003,90</b>
<b>Determinação das cargas afluentes (In)</b>	<b>W in</b>	<b>g/dia</b>	<b>1.028.193,94</b>	<b>1.028.193,94</b>	<b>1.028.193,94</b>
Carga ETAR	W	g/dia	288.219,98	288.219,98	288.219,98
Carga fossas sépticas	W	g/dia	-	-	-
Carga indústrias	W	g/dia	-	-	-
Carga suiniculturas	W	g/dia	55.800,00	55.800,00	55.800,00
Carga boviniculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga aviculturas	W	g/dia	-	-	-
Carga entrada (rio Mondego)	W	g/dia	119.952,58	119.952,58	119.952,58
Carga entrada (rio Dão)	W	g/dia	564.221,38	564.221,38	564.221,38
Carga total	Wt	kg/dia	1.028,19	1.028,19	1.028,19
<b>Determinação das concentrações afluentes (In)</b>	<b>c in</b>	<b>mg/L</b>	<b>0,463</b>	<b>0,463</b>	<b>0,463</b>
<b>Determinação das concentrações efluentes (Out)</b>	<b>c out</b>	<b>mg/L</b>	<b>0,012</b>	<b>0,024</b>	<b>0,036</b>
<b>Cálculo alternativo</b>					
Concentração inflow-afluente	c in	mg/L	0,46	0,46	0,46
Coefficiente de transferência	β		0,025	0,051	0,078
W outflow-efluente	W out	g/dia	0,012	0,024	0,036
<b>Determinação das cargas efluentes (Out)</b>	<b>W out</b>	<b>g/dia</b>	<b>1.028.193,94</b>	<b>1.028.193,94</b>	<b>1.028.193,94</b>
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	25.911,16	52.730,72	80.161,87
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	958.024,48	896.832,25	819.302,92
Carga sedimentada	Ws	g/dia	44.258,30	78.630,97	128.729,14
Carga (OutFlow)	Wo	kg/dia	25,91	52,73	80,16
Carga reactiva do sistema	Wr	kg/dia	958,02	896,83	819,30
Carga sedimentada	Ws	kg/dia	44,26	78,63	128,73
Carga total	Wt	kg/dia	1.028,19	1.028,19	1.028,19
<b>Síntese de dados do sistema</b>			<b>Valor</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>
Carga (InFlow)	W in	g/dia	1.028.193,94	1.028.193,94	1.028.193,94
Carga (OutFlow)	Wo	g/dia	25.911,16	52.730,72	80.161,87
Carga reactiva do sistema	Wr	g/dia	958.024,48	896.832,25	819.302,92
Carga sedimentada	Ws	g/dia	44.258,30	78.630,97	128.729,14
<b>Acumulação (M/t)</b>	<b>Ac</b>	<b>g/dia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Tempo de residência no sistema</b>	<b>Tw</b>	<b>dias</b>	<b>202,58</b>	<b>93,19</b>	<b>56,00</b>
<b>Tempo de residência do poluente</b>	<b>Tc</b>	<b>dias</b>	<b>5,33</b>	<b>5,17</b>	<b>4,99</b>